

G. 37
17.

*Die Ausnutzung der Wasserkräfte
im
oberen Quellgebiete der Weser.*

*Im Auftrage
des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.*

G. 37a
46

XX
339

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305786



*Die Ausnutzung der Wasserkräfte
im
oberen Quellgebiete der Weser.*



*Im Auftrage
des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.*



III 33645

Akc. Nr. 4288/50

Inhaltsangabe.

	Seite
I. Vorgeschichte und Begründung.	
1. Allgemeines	1
2. Vorteile des Zusammenarbeitens der 3 Kraftwerke	3
II. Der Betrieb der Kraftwerke.	
1. Verlauf der Wasserkraft	5
2. Verlauf des Energiebedarfes	6
3. Zweckmäßige Größe der Ausnutzung der Wasserkräfte	8
III. Die Größe der vorhandenen und ausnutzbaren Kräfte	8
IV. Die Größe der aufzustellenden Turbinen	10
V. Beschreibung der Kraftwerke.	
1. Hemfurt	12
2. Helminghausen	13
3. Münden	13
VI. Dampfreserven	17
VII. Das Absatzgebiet für die elektrische Energie	18
VIII. Die Verteilung der elektrischen Energie	22
IX. Träger des Unternehmens	23
X. Abgabe an den Rhein-Weser-Kanal	25
XI. Die Baukosten	27
XII. Betriebskostenberechnung	30
XIII. Der Tarif	32
XIV. Kraftlieferungsvertrag	33
XV. Ertragsberechnung für den Staat	36
XVI. Ertragsberechnung für die Stromverwertungsgesellschaft	37
XVII. Vorläufiger Ersatz der Kraftanlage Münden durch vorhandene Dampfkraftwerke	38
XVIII. Zusammenfassung	38

Hierzu die Anlagen:

Wirtschaftlichkeitsberechnung für einen Landkreis,

8 Blatt Zeichnungen.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte im oberen Quellgebiet der Weser.

Vorgeschichte und Begründung.

1. Allgemeines.

Im Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 ist bestimmt worden, daß zur Speisung des Rhein-Hannover-Kanals das Wasser in erster Linie der Lippe und der Weser entnommen werden soll. Damit dieses ohne Schädigung der Weserschifffahrt geschehen kann, ist zu Niedrigwasserzeiten der Ersatz der zu entnehmenden Wassermengen erforderlich, weil die früher in Aussicht genommene Kanalisierung der Weser nicht ausgeführt wird.

Zur Lieferung des erforderlichen Ersatzwassers dienen die beiden Sammelbecken an der Eder bei Hemfurt und an der Diemel bei Helminghausen, von denen das erstere nach dem endgültigen Entwurf rd. 202 Millionen cbm, das letztere rd. 20 Millionen cbm Wasser enthält. Die beiden Becken sollen nebenbei für die Zurückhaltung schädlichen Hochwassers benutzt werden.

An den Talsperren können durch die Abgabe des Wassers erhebliche Kräfte gewonnen werden, da an der Eder bei vollem Becken eine Stauhöhe von 41 m, und bei einer dem eisernen Bestand entsprechenden Füllung von 20 Millionen cbm immer noch eine solche von 14 m, an der Diemel bei vollem Becken eine Stauhöhe von 31,4 und bei Entleerung bis auf den eisernen Bestand von rd. 5 Millionen cbm eine solche von etwa 20,5 m vorhanden ist.

Es liegt nahe, die verfügbaren Wasserkräfte in Gestalt von elektrischem Strom nutzbar zu machen. Allerdings werden die an den Talsperren vorhandenen Kräfte, weil der Abfluß sich in erster Linie nach den Bedürfnissen der Kanalspeisung bezw. der Weserschifffahrt regelt, nicht immer gerade dem Bedarf der Abnehmer an elektrischer Energie entsprechen. Viel Wasser wird zum Zwecke der Erhöhung der Weserwasserstände

stände zu Zeiten abgelassen werden müssen, in denen die Kraft sich nicht als elektrischer Strom nutzbar verwerten läßt und andererseits muß zeitweise mit der Wasserabgabe zurückgehalten werden, auch wenn ungedeckter Kraftbedarf vorhanden ist.

Es ist daher nicht möglich, den Wirtschaftsplan der Talsperren d. h. den Verlauf der Wasserabgabe im Laufe eines Jahres so zu gestalten, daß der Abfluß jederzeit den Anforderungen der Weserschifffahrt und der Abnehmer elektrischer Energie gleichzeitig genügt. Unter diesen Umständen kann die Ausnutzung der vorhandenen Kräfte entweder in dem Umfange geschehen, daß man nur so viele Abnehmer anschließt, daß ihr Bedarf auch zu den ungünstigsten Zeiten gedeckt wird, wobei einen großen Teil des Jahres hindurch viel Wasser ungenutzt abfließt oder daß mehr Abnehmer angeschlossen werden. Man muß dann aber zu ungünstigen Zeiten für einen Ersatz der mangelnden Wasserkraft durch eine Energiereserve--z.B. in Gestalt einer Dampfkraftzentrale-- sorgen.

Wie bekannt ist, zieht man häufig zur Versorgung eines Überlandnetzes mit elektrischem Strom mehrere Kraftwerke gleichzeitig heran, welche selten gleichzeitig ihren höchsten Absatzbedarf haben, und sich daher gegenseitig Aushilfe leisten können. Hierdurch wird die größtmögliche Ausnutzung der in den Einzelanlagen vorhandenen Maschinen erzielt, an Reserve gespart und der Betrieb in jeder Weise verbilligt.

Auch bei dem Ausbau der Talsperren-Wasserkräfte der Eder und Diemel läßt sich der Zusammenschluß mit anderen Kraftanlagen erreichen. Die Wasserbauverwaltung besitzt nämlich in Münden an den beiden Quellflüssen der Weser, an der Fulda und Werra, zwei Mühlen, bei denen ein Ausbau zwecks besserer Ausnutzung der Wasserkräfte seit

längerer

längerer Zeit beabsichtigt, aber mit Rücksicht auf die Fertigstellung der Edertalsperre vorläufig verschoben worden ist.

An der Werra ist nur eine ganz veraltete kleine Mühle vorhanden, während an der Fulda die Wasserkraft zwar besser, aber immerhin noch nicht vollkommen ausgenutzt wird. Insbesondere macht der Einfluß der Edertalsperre auf die Wasserführung der Fulda eine gänzliche Umgestaltung dieser Wasserkraftanlage erwünscht, um das durch den Talsperrenzuschuß erheblich vermehrte Niedrigwasser des Flusses ausnutzen zu können.

Da nun die Wasserwirtschaft des Edersammelbeckens im Schifffahrtsinteresse so gehandhabt werden soll, daß in der Weser hinter dem Zusammenfluß von Werra und Fulda eine möglichst gleichmäßige Wasserführung bei N.W. erzielt wird, so erscheint es geboten, die Anlagen zur Kraftgewinnung nicht in den Quellflüssen einzeln, sondern zusammenfassend in der Weser selbst zu errichten; nur so werden die auch später noch bestehenden Schwankungen in der Wasserführung der Werra und Fulda ausgeglichen. Dabei soll das Niedrigwasser der Weser, abgesehen von seltenen Ausnahmefällen, bei Münden von 21 auf 40 cbm/sek. erhöht und lange Zeit gleichmäßig auf diesem Stande gehalten werden.

Es kommt daher in Frage, eine Kraftanlage bei km 0,75 der Weserstationierung, dicht unterhalb Münden herzustellen.

2. Vorteile des Zusammenarbeitens der drei Kraftwerke.

Abgesehen von dem Umstande, daß das Zusammenwirken mehrerer Zentralen zu gemeinsamer Kraftabgabe an und für sich schon zweckmäßig ist, bietet das Zusammenarbeiten der Talsperrenwerke in Hemfurt (Eder) und Helminghausen (Diemel) mit dem Flußkraftwerk in Münden noch besondere Vorteile. Der Hauptzweck der Talsperren bedingt es nämlich, daß ihnen gerade dann das meiste Wasser entnommen, also an ihnen

ihnen auch die größte Kraft erzeugt wird, wenn die Weser Niedrigwasser hat, ein dort zu erbauendes Flußkraftwerk also wenig Energie zu liefern vermag. Umgekehrt aber ist es bei reichlicher Wasserführung, also meist bei großer Kraftentwicklung der Weser nicht nötig, der letzteren durch die Talsperren noch mehr Wasser zuzuführen; an diesen wird dann also nur wenig Kraft gewonnen. Beide Arten von Wasserkraftanlagen ergänzen sich daher und bedürfen, wenn sie zusammen auf ein gemeinsames Elektrizitätsnetz arbeiten, einer geringeren Kraftreserve, als wenn jedes Werk für sich sein eigenes Absatzgebiet versorgt. Dies tritt besonders deutlich in Jahren hervor, in denen Wassermangel herrscht. Auch bei den täglichen Schwankungen des Kraftbedarfs erweist sich das Zusammenarbeiten als sehr günstig. Die Wasserkraft bei Münden läßt sich nämlich nicht oder nur schwierig unter Aufwendung großer Geldmittel aufspeichern. Das Wasser muß in den Turbinen verarbeitet werden, wie es zufließt; sonst wird es nutzlos durch das Wehr strömen. Nun schwankt die Stromabgabe eines Elektrizitätswerkes während eines Tages in weiten Grenzen; der zeitweise Bedarf am Abend kann mehr als doppelt so hoch als der mittlere Tagesbedarf sein (vergl. die beiden Tagesdiagramme auf Blatt 1). Man muß daher entweder das Werk so ausbauen, daß es bei geringer mittlerer Tagesleistung die höchsten Bedarfsspitzen am Abend ohne Dampfreserve deckt, oder man muß eine große, aber unwirtschaftlich arbeitende Dampfreserve vorsehen. Günstiger gestalten sich die Verhältnisse im vorliegenden Falle.

Die Kraftabgabe an den beiden Talsperren kann im Verlauf eines Tages nach Belieben unregelmäßig vor sich gehen, d.h. es kann das für die Auffüllung der Weserwasserstände und den Betrieb der Mühlen an der Eder bezw. Diemel während 24 Stunden im ganzen erforderliche

Wasser

Wasser in wenigen Stunden abgelassen werden, wenn nur durch Errichtung von genügend großen Ausgleichsweihern unterhalb der Talsperren für einen gleichmäßigen Zufluß zu den Verwendungsstellen des Wassers bei den Mühlen an der Eder und Diemel und in der Weser gesorgt wird. Die Ausgleichsweiher wirken derart, daß sie das in wenigen Stunden aus den Talsperren abfließende Wasser aufspeichern und während der 24 Stunden eines Tages dann gleichmäßig zum Abfluß bringen. Der gemeinsame Betrieb der 3 Kraftwerke erlaubt es daher in der Weise vorzugehen, daß der Grundbedarf während 24 Stunden zunächst vom Mündener Kraftwerk gedeckt wird; der zusätzliche Bedarf zu einzelnen Tagesstunden wird durch die Kraftabgabe an der Eder und an der Diemel geliefert.

In den Skizzen auf Blatt ist dieser Vorgang an Hand zweier Tagesdiagramme des Strombedarfes in einem Sommermonat (Mai) und einem Wintermonat (November) veranschaulicht. Die grüne Linie gibt den Verlauf des Strombedarfes der Landwirtschaft, die schwarze der Städte und Industrie, die rote sämtlicher Abnehmer zusammen; die rot gestrichelte Linie zeigt die mittlere Tagesbelastung der Kraftwerke an. Die blau gestrichelte Linie stellt denjenigen Teil der Stromerzeugung dar, welcher vom Kraftwerk Münden geliefert wird; alle darüber hinausragenden Teile werden von den beiden Talsperren gedeckt, deren Wasserabgabe danach stets sehr ungleichmäßig verläuft, aber mit Hilfe der Ausgleichsweiher unterhalb derselben wieder gleichmäßig gestaltet wird.

II. Der Betrieb der Kraftwerke.

1. Der Verlauf der Wasserkraft.

Auf den Zeichnungen Blatt 2 und 3 sind die Wasserkräfte bei Hemfurt, Münden und Helminghausen, einzeln und zusammen, für die 19 hydrologischen Jahre 1. November 1890 bis 31. Oktober 1909 in Monatsmitteln

(Blatt

(Blatt 2) und für das hydrologische Jahr 1908/09 in Tagesmitteln (Blatt 3) aufgetragen.

Bei der Aufstellung dieser Betriebspläne ist in der Weise vorgegangen, daß zunächst die Forderungen der Weserschiffahrt nach Möglichkeit stets erfüllt werden, d.h. daß bei Minden eine Niedrigwassermenge von 67,5 cbm/sek. an der Wasserentnahmestelle für die Speisung des Ems-Weser-Kanals durch die Wasserabgabe hergestellt wird und in zweiter Linie für Zurückhaltung schädlichen Hochwassers im Winter und Frühjahr genügende Räume in den Becken zur Verfügung stehen. Soweit Wassermengen nach Erfüllung dieser Bedingungen in den Becken noch vorhanden sind, werden sie in der Regel zu solchen Zeiten herausgelassen, daß die entwickelten Kräfte sich in möglichst großem Umfange nutzbar verwerten lassen.

Für die Diemel sind genaue Messungen der Abflußmengen erst seit Ende 1907 vorhanden, so daß es schwer hält, die durchschnittliche Leistung des Sammelbeckens zu beurteilen. Die Kraftstation an letzterem soll bei ihrer im Verhältnis zu den beiden anderen Werken nur geringen Leistungsfähigkeit in erster Linie dazu benutzt werden, zeitweiligen Mangel an Kraft in Hemfurt und Münden zu ersetzen.

2. Verlauf des Energiebedarfes.

Über den Verlauf des Energiebedarfes und seine Verteilung auf Stadt und Land waren von vornherein gewisse Annahmen zu machen; die Verteilung auf die einzelnen Monate ist nach den Erfahrungen ähnlicher Kraftwerke angenommen. Weiter wurde geschätzt, daß etwa $\frac{3}{4}$ der Gesamtabgabe auf Städte und Industrie, $\frac{1}{4}$ auf Landwirtschaft und Handwerk in ländlichen Bezirken entfallen wird. *) Hieraus ergibt

*) Das Verhältnis zwischen städtischen bzw. industriellen und ländlichen Stromabnehmern scheint nach den bisherigen Anmeldungen allerdings nicht sich

sich ungefähr der in nachstehender Zusammenstellung I dargestellte Verlauf des Energiebedarfes für die einzelnen Monate während eines Jahres.

Zusammenstellung I.

Durchschnittlicher täglicher Kraftbedarf in Prozenten des durchschnittlichen jährlichen Tagesbedarfes.

Monat	Stadt	Land	Gesamtbedarf 3/4 Stadt +1/4 Land.
November	127	224	151
Dezember	139	61	119
Januar	134	60	115
Februar	113	55	98
März	92	51	82
April	81	38	70
Mai	70	35	61
Juni	70	35	61
Juli	76	37	66
August	83	194	111
September	100	197	124
Oktober	116	212	140

Mit den Betriebsplänen ist nun versucht worden, die Wasserabgabe so zu gestalten, daß sie sich nach Möglichkeit diesem Strombedarf anschmiegt, d.h. daß so wenig Wasser als irgend angängig ungenutzt abgelassen wird. Auf diese Weise können ungefähr 70 % der an den 3 Kraftstellen verfügbaren Wassermengen nutzbar verwendet werden. Der Kraftüberschuß ist, wie auf Blatt 2 und 3 deutlich zu ersehen ist, haupt-

nicht 3 : 1, sondern etwa 2,4 : 1 zu sein; obige Annahme ist jedoch beibehalten worden, da die Ergebnisse durch eine Änderung nicht wesentlich beeinflußt werden.

hauptsächlich im Sommer vorhanden, weil für die Aufhöhung der Weserwasserstände mehr Wasser abzugeben ist, als die Krafterzeugung erfordert.

3. Zweckmäßige Größe der Ausnutzung der Wasserkräfte.

Aus den Betriebsplänen kann, wenn man zunächst von der technischen Ausführung der Kraftwerksanlagen absieht, ohne weiteres entnommen werden, wie weit man überhaupt mit der Ausnutzung der vorhandenen Wasserkräfte gehen kann.

Es ist im folgenden angenommen, daß die Wasserkräfte soweit ausgenutzt werden, als sie in einem durchschnittlichen Jahre--vergl. Blatt 2 Skizze VI-- ohne Inanspruchnahme einer Reserveanlage ausreichen.

Zu einer weiteren Ausnutzung, die dann die Zuhilfenahme einer ständigen Reservekraft erforderlich macht, liegt zur Zeit kein Bedürfnis vor, weil der zu erwartende Energiebedarf durch die Wasserkräfte allein in dem vorgesehenen Umfange auf eine Reihe von Jahren gedeckt werden kann. Später wird man an Hand der tatsächlichen Betriebsergebnisse leicht übersehen können, ob und in welcher Weise am vorteilhaftesten das Unternehmen auszudehnen ist.

Übrigens ist auch bei dem in Aussicht genommenen Ausnutzungsgrad, welcher scheinbar nach der Skizze VI auf Blatt 2 keine Reserve erfordert, in Wirklichkeit in ungünstigen Jahren auf die Mitarbeit einer Dampfkraft Rücksicht zu nehmen, allerdings in so geringem Umfange, daß es wohl sicher möglich ist, die fehlenden Energiemengen von einer vorhandenen elektrischen Zentrale zu erhalten.

III. Die Größe der vorhandenen und ausnutzbaren Kräfte.

Aus dem Betriebsplan Blatt 2, welcher für 19 Jahre aus den monatlichen Mitteln zusammengestellt ist, ergibt sich unter Annahme eines nach der Zusammenstellung I auf Seite 7 abgestuften Bedarfes, daß

sich

sich in Hemfurt und Münden durchschnittlich etwa 27 Millionen KW-Stunden am Schaltbrett nutzbringend erzeugen lassen.

Die durchschnittliche Leistungsfähigkeit des Kraftwerkes Helminghausen ist, wie schon vorher bemerkt, schwer genau anzugeben, weil nur für die Jahre 1907/09 genauere Aufzeichnungen über die Abflussmengen der Diemel vorliegen, und deshalb auch nur für diese Jahre die Betriebspläne aufgestellt werden konnten. Annähernd werden sich indessen die auszunutzenden Energiemengen aller 3 Wasserkräfte zusammen etwa wie folgt stellen:

Zusammenstellung II.

November	7 400 PS = rd. 5 000 KW. oder	3 600 000 KW- Stunden
Dezember	5 840 " = " 3 950 " "	2 938 800 " "
Januar	5 600 " = " 3 780 " "	2 812 320 " "
Februar	4 800 " = " 3 240 " "	2 177 280 " "
März	4 020 " = " 2 720 " "	2 023 680 " "
April	3 430 " = " 2 320 " "	1 670 400 " "
Mat	2 990 " = " 2 020 " "	1 502 880 " "
Juni	2 990 " = " 2 020 " "	1 454 400 " "
Juli	3 240 " = " 2 190 " "	1 629 360 " "
August	5 450 " = " 3 680 " "	2 737 920 " "
September	6 080 " = " 4 100 " "	2 952 000 " "
Oktober	6 860 " = " 4 630 " "	3 444 720 " "

zusammen 28 943 760 KW-Stunden

oder etwa 29 Millionen KW_r-Stunden am Schaltbrett.

Diese Summe entspricht etwa 70 % der überhaupt vorhandenen Energiemengen (rd. 41 Millionen KW-Stunden in einem Durchschnittsjahre).

Besonders durch einige trockene Jahre wie 1892, 1893 und

1904 wird die Höhe der im Mittel ausnutzbaren Wasserkräfte erheblich herabgedrückt. Wenn man es für zulässig erachtet, solche Ausnahmejahre bei der Berechnung der durchschnittlichen Leistung der Kraftwerke unberücksichtigt zu lassen oder wenn vorhandene oder zu anderen Zwecken zu errichtende Dampfkraftwerke herangezogen werden, so kann man die Ausnutzung der Wasserkraft nicht unerheblich weiter treiben. Bei der hier vorgesehenen schwächeren Inanspruchnahme der Wasserkraftwerke sind nach den Angaben auf Blatt 2 im Jahresmittel rund 763 600 KW-Stunden oder 2,63 % der Jahresstromabgabe durch Dampfkraft zu liefern (vergl. auch die blauen Flächen auf Blatt 2).

In Wirklichkeit stellt sich das Bild allerdings etwas ungünstiger dadurch, daß auch schon in den Monatsmitteln in beträchtlichem Umfange ein Ausgleich zwischen Mehr- und Minderleistung an den einzelnen Tagen stattfindet und daher manchmal die tatsächlich erfolgte Inanspruchnahme der Dampfreserve in der Darstellung nicht in Erscheinung tritt.

In den später folgenden wirtschaftlichen Untersuchungen wird deshalb mit einer jährlichen Stromerzeugung durch Dampfreserve in Höhe von 5% gerechnet werden.

IV. Die Größe der aufzustellenden Turbinen.

Der Ausbau der Wasserkraft in Münden erfolgt nach angestellten eingehenden wirtschaftlichen Untersuchungen in Höhe von 4 000 PS bei einem Gefälle von etwa 2,5 m. Die wirklich ausnutzbare Wasserkraft ist in den meisten Fällen geringer, weil bei zunehmenden Wassermengen das Gefälle zu stark abnimmt und bei zunehmenden Gefällen das von der Weser geführte Wasser nicht mehr zur Beaufschlagung der vorhandenen Turbinen ausreicht. Bei dem Hemfurter Kraftwerke ergibt sich, nachdem die Höhe der im ganzen zu verwertenden Wasserkräfte festgelegt ist, die auszubauende Maschinenleistung als Unterschied des größten

ten

ten Tagesbedarfes im ungünstigsten Monat (November) und der vorhandenen Wasserkraft in Münden zu 11 370 PS (vergl. Bl. 7). Diese Kraft muß auch bei kleinen Gefällen, wenn auch nicht bei dem geringst möglichen, geleistet werden, so daß im Entwurfe des Hemfurter Kraftwerkes 5 Turbinen, welche bei dem mittleren Gefälle von 32 m je 2 500 PS leisten, dazu eine sechste als Reserve vorgesehen sind.

Die mittlere Tagesleistung des Diemelkraftwerkes kann zu etwa 300 bis 400 PS, die Höchstleistung zu etwa 800 PS, wenn ein Ausgleichsweiher angelegt wird, angenommen werden (vergl. Blatt 3). In den Herbstmonaten hingegen soll die Kraft am Diemelbecken zum Ausgleich vorhandener Mängel bei den anderen Werken herangezogen werden, wofür dann mittlere Tagesleistungen von 500 bis 600 PS oder Höchstleistungen über 1 200 PS erforderlich werden. Hiernach ist im Entwurfe für das Kraftwerk die Aufstellung von einer Turbine zu 600 PS und einer Turbine von 1 200 PS, dazu einer Reserveturbine von 600 PS vorgesehen.

Es ist nicht beabsichtigt, die gesamte Maschinenanlage in dem Umfange, wie sie vorstehend beschrieben ist, von Anfang an auf einmal zur Ausführung zu bringen. Bei der allmählichen Entwicklung des Stromabsatzes wird es wohl genügen, wenn im Kraftwerk Münden von den 6 Turbinen zunächst 4, im Kraftwerk Hemfurt etwa 3 Turbinen und im Kraftwerk Helminghausen eine große und eine kleine Turbine eingebaut werden. Auch in der Betriebskostenberechnung ist für die Entwicklungsjahre nur teilweiser Ausbau der Wasserkraft angenommen. Die wasserbaulichen Anlagen müssen allerdings sofort vollständig hergestellt werden.

V. Beschreibung der Kraftwerke. +)

1. Hemfurt.

Die Bauten zur Ausnutzung der Wasserkraft am Edersammelbecken --siehe Blatt 5-- werden unmittelbar vor der Sperrmauer an der linken Seite-- zu Tal gesehen--angeordnet. Der Sperrmauerentwurf enthält für die Abgabe von Wasser im ganzen 12 Rohre, die zu je 2 in einer Aussparung liegen; die 6 Rohre von je 1,35 m Durchmesser auf der rechten Seite des Überfalles sollen als Grundablässe dienen, während die 6 Rohre auf der linken Seite mit einem Durchmesser von je 1,5 m den Wasserzufluß zu den Turbinen bilden. Zwei der letzteren sollen gleichzeitig auch als Grundablaßrohre benutzt werden. Vor den Turbinenrohren befinden sich im Becken selbst mit Grobrechen abgedeckte Einlaufkammern, in welchen die Rohre durch als Notverschlüsse dienenden Rolllschützen abgeschlossen werden können; außerdem erhält jedes Rohr noch zwei Absperrschieber. Für die bauliche Ausgestaltung ist die auf Blatt 5 dargestellte Skizze entworfen worden. Die 6 Turbinen sind mit je einem Drehstromgenerator von 2 300 KVA Leistung bei 6 000 Volt Spannung und 500 Umdrehungen/Minute unmittelbar gekuppelt und arbeiten innerhalb der meist vorkommenden Gefällgrenzen von 22 - 41 m mit vorzüglichem Wirkungsgrad, nämlich 77 - 81 %. 3 Drehstrom-Öltransformatoren mit Wasserkühlung von je 5 000 KVA Leistung besorgen die Erhöhung der Spannung für die Fernleitungen nach Helminghausen und Münden auf 40 000 Volt, zur Verbindung der 3 Kraftwerke untereinander.

Zur Aufnahme der entsprechend dem Strombedarf während der einzelnen Tageszeiten stark schwankenden Wassermengen wird im Ederbett

zwischen

+) Änderungen, welche sich bei weiterer Durcharbeitung der Einzelheiten als zweckmäßig erweisen, bleiben vorbehalten.

zwischen den Ortschaften Hemfurt und Affoldern ein Ausgleichsweiher von rd. 300 000 cbm Inhalt angeordnet, welcher im allgemeinen ausreicht, um den Abfluß der Eder vollständig gleichmäßig zu gestalten.

2. Helminghausen.

Die Anlage des Wasserkraftwerkes am Diemelsammelbecken wird verhältnismäßig einfach. In der Mitte der Sperrmauer befinden sich die Überfälle, an deren beiden Seiten je ein Grundablaßrohr mit den erforderlichen Anschlüssen eingebaut ist. Das auf der -- talabwärts gesehenen-- linken Seite liegende Rohr von 1,35 m Durchmesser dient gleichzeitig für die Wasserauführung zu den Turbinen und erhält zu diesem Zwecke 3 Abzweigungen, welche in die Gehäuse der Turbinen einmünden; es wird neben dem Maschinenhause vorbei geführt und am Ende durch einen Grundablaßschieber verschlossen. Das Kraftwerk enthält bei vollem Ausbau 3 Turbinen, 2 von je 600 PS und eine von 1 200 PS Leistung, welche mit Drehstromgeneratoren von 600 bzw. 1 200 KVA Leistung und 6 000 Volt Spannung unmittelbar gekuppelt sind. Für die Fernleitung nach Hemfurt und Münden wird die Spannung durch einen Transformator von 2 000 KVA Leistung auf 40 000 Volt erhöht.

Unterhalb des Kraftwerkes befindet sich zum Ausgleich der täglichen Schwankungen im Wasserverbrauch der Turbinen ein Ausgleichsweiher von 65 000 cbm Inhalt.

3 Münden.

Die Wasserkraftanlage bei Münden ist auf Blatt G in den Hauptzügen zur Darstellung gebracht. Zur Gewinnung des Gefälles wird bei km 0,75 der Weserstationierung ein Schützenwehr mit 3 Hauptöffnungen von je 37 m Breite errichtet, dessen Krone normal auf N.N.+ 119,5 gelegen ist. Da das durch das Zuschußwasser der Edertalsperre erhöhte M.Kl.W. sich später auf N.N.+ 116,02 einstellen wird, so

stehen

stehen bei gewöhnlichen Wasserständen 3,48 m Gefälle am Wehr zur Verfügung.

Die neben dem Kraftwerk angeordnete Schiffahrtsschleuse von etwa 180 m nutzbarer Länge liegt am oberen Ende eines am rechten Ufer abzweigenden Seitenkanales. Dieser erfüllt die weitere Aufgabe, der seit Eröffnung der Weser-Umschlagsstelle bei Münden sehr gesteigerten Schiffahrt einen geräumigen Sicherheitshafen zu bieten und kann mit geringen Kosten zu einem Fracht- und Umschlagshafen ausgebaut werden. Die Schleuse erhält ein Mittelhaupt, damit einzelfahrende Schiffe, insbesondere Personendampfer, schnell durchgeschleust werden können.

Die eigenartige Anordnung des Kraftwerkes mit dem geknickten Grundriß ist durch besondere Verhältnisse bedingt, welche die Anlage von 2 Franzisschnellläuferturbinen im Hauptarm der Weser und von 4 solchen im Seitenkanal erforderlich machen.

Wegen der schwankenden Fallhöhen werden 2 Sorten von Turbinen mit senkrechter Welle verwendet, 3 Normalgefällerräder, welche bei hohem Gefälle, und 3 Hochwasserrädern, welche bei den geringen Gefällen mit gutem Nutzeffekte arbeiten. Bei N.W. und großen Gefällen laufen nur erstere, bei großen Wassermengen hingegen sämtliche Turbinen. Sie sind zu 2 -- je 1 von jeder Type -- durch Zahnräder mit einem Drehstromgenerator entsprechender Leistung gekuppelt. Die Normalgefällerräder können bei Niedrigwasser je etwa 30 cbm/sek. verarbeiten und leisten maximal 1 240 PS, die Hochwasserräder leisten maximal 460 PS. Die Höchstleistung des Kraftwerkes ist bei mittleren Wasserständen vorhanden und beträgt etwa 4 000 PS.

Der erzeugte elektrische Strom wird von einem auf der Insel zwischen den beiden Armen der Weser (Hauptarm und Seitenkanal) an das Maschinenhaus angebauten Schaltheus aus verteilt. Die Erhöhung
der

der Maschinenspannung auf 40 000 Volt erfolgt durch zwei Öltransformatoren von je 4 000 KVA.

Da zu Zeiten höherer Wasserstände nur ein geringer Teil des zufließenden Wassers in den Turbinen verarbeitet werden kann, anderseits aber der Seitenkanal bei H.W. bis zu 400 cbm/sek. abführen muß, so sind zur Zurleitung dieser Hochwassermenge neben den Turbinen Freillaufsöffnungen angeordnet, die man zweckmäßig dazu benutzen kann, die Wirkungsweise der Gefällvermehrer, für welche bei Wehranlagen an kanalisiertem Flüssen wegen der stets schwankenden Gefälle und Wassermengen ein lebhaftes Bedürfnis vorliegt, im Betriebe zu erproben.

Die Errichtung der Stau- und Kraftanlagen bringt--vergl. Blatt 6--eine vollständige Umgestaltung der Wasserverhältnisse in und bei der Stadt Münden mit sich, welche in vielen Hinsichten als Verbesserung anzusehen ist. Beide Arme der Fulda und Werra kommen in den Stau des Wehres zu liegen und die Schleusen- und Wehranlagen inner- und oberhalb der Stadt werden überflüssig; dadurch wird für das Hochwasser ein verbesserter Abfluß geschaffen, die Umschlagsstellen (Schlagden) an der Kleinen Weser werden wieder benutzungsfähig, der durchgehenden Schifffahrt nach Cassel steht statt der kleinen Schleuse in der Fulda die Schleppzugschleuse in der Weser zur Verfügung, für die Flößerei werden die schwierigen Verhältnisse an der Werraschleuse beseitigt, an der Weserumschlagsstelle wird stets fast derselbe Wasserstand herrschen und es wird bei etwaiger späterer Werrakanalisierung der Bau und Betrieb einer Schleuse gespart. Allen diesen Vorzügen stehen als Nachteile gegenüber: die Neuanlage einer Schleuse für die in Münden endende Weserschifffahrt, im besonderen die Personenschifffahrt, die Erhöhung der Weserumschlagsstelle und der teilweise Umbau der Kanalisation der Stadt Münden. Im allgem-

nen werden aber die Vorzüge die Nachteile bei weitem überwiegen.

Vor einiger Zeit, als der Umbau der Wasserkraftanlagen bei Münden schon einmal zur Erörterung stand, weil die vom Staate angekauften Mühlen in der Werra und Fulda die vorhandene Kraft nicht genügend ausnutzten, ist von der Firma Havestadt und Contag in Berlin ein anderer Entwurf für die Ausgestaltung des Kraftwerkes bei Münden aufgestellt worden, der zwar wesentlich geringere Mittel erfordert, aber die gestellte Aufgabe nicht voll befriedigend löst. Der Entwurf ist auf Blatt 7 dargestellt. Da die Wehr- und Kraftwerksanlage nicht im Hauptstrome, sondern in der sogenannten Kleinen Weser errichtet werden soll, die aus je einem Arm der kurz vor der Mündung sich verzweigenden Werra und Fulda gebildet wird, so kann in dem Kraftwerke nur ein Teil der von den Quellflüssen geführten Wassermengen mindestens jedoch die spätere Niedrigwassermenge von 40 cbm/sek. verarbeitet werden. Die Gesamtleistung der Turbinen ist danach auf 1 400 PS gegenüber 4 000 PS im Entwurfe der Bauverwaltung beschränkt. Der Kostenüberschlag schließt nach dem Entwurf der Firma Havestadt und Contag mit 1 030 000 M ab. Nach der Prüfung durch das Wasserbauamt I in Cassel ist die Bausumme auf 1 460 000 M zu erhöhen; hierzu kommt der Wert bezw. Ankaufspreis der beiden Mühlen im Betrage von 525 000 M, so daß sich die Gesamtkosten des Entwurfs auf rd. 2 000 000 M gegenüber 3 750 000 M bei dem Entwurf der Bauverwaltung stellen.

Neben den geringeren Baukosten hat der Entwurf den Vorzug gegenüber dem der Bauverwaltung, daß die an der Weserumschlagsstelle anlegenden Schiffe und vor allem die Personendampfer keine Schleuse zu durchfahren haben. Demgegenüber sind als Nachteile zu nennen: die Schiffahrterschwerung infolge der doppelten Fahrtrichtungsänderung

der

der zu den Lösch- und Ladestellen in der Stadt und zur Werra fahrenden Schiffe und Flöße, die Mehrbelastung der Fuldaschleuse durch den Verkehr nach Münden und nach der Werra, der Bau einer Brücke und die Anlage von Rampen in dichtbebauten Stadtteilen sowie namentlich auch die Nichterfüllung der Forderung einer besseren Hochwasserabführung.

Wenn es sich darum handelte, lediglich bei Münden eine Wasserkraftanlage zu bauen, so würde der Entwurf der Firma Havestadt und Contag diesem Zwecke in der Grundidee entsprechen und billige Kraft in begrenztem Umfange zur Verfügung stellen.

Im vorliegenden Falle hingegen bildet die Wasserkraftanlage Münden nur einen Teil eines großen Überlandnetzes, für dessen Versorgung mit elektrischer Energie 3 Kraftwerke sich gegenseitig ergänzen sollen und für welches die tunlichste Ausnutzung der gesamten vorhandenen Kraft bei voller Entwicklung aller Absatzmöglichkeiten erwünscht ist.

Die Ausführung dieses Entwurfes kann daher aus mehrfachen Gründen nicht empfohlen werden. Sie würde die Verbesserung der Müндener Hochwasser- und Schifffahrtverhältnisse sowie die Ausnutzung der vollen Wasserkräfte dauernd unmöglich machen.

VI. Dampfreserven.

Wie die Betriebspläne Blatt 2 und 3 zeigen, ist es bei voller Ausnutzung der Wasserkräfte nicht möglich, gänzlich ohne Dampfreserve auszukommen. Die Anlage einer solchen muß jedoch als unwirtschaftlich bezeichnet werden, weil sie wegen der starken Schwankungen der nutzbaren Kräfte in den einzelnen Jahren ziemlich groß angelegt werden müßte und dabei schlecht ausgenutzt werden würde. Die für den Bau und Betrieb einer Dampfreserve aufzubewendenden Kosten können aber erspart werden, wenn eine gegenseitige Aushilfe zwischen

den

den staatlichen Wasserkraftwerken und den in Cassel und Göttingen vorhandenen städtischen oder eisenbahnfiskalischen elektrischen Zentralen sich ermöglichen läßt. Vorbereitungen dazu sind eingeleitet. Bei den deshalb zu treffenden Vereinbarungen sind mäßige Einheitspreise für die Vorhaltung elektrischen Reservestromes für die Zeiten festzusetzen, in denen die Wasserkräfte nicht ausreichen. Den Dampfkraftwerken ist bis zu ihrer zeitigen Leistungsfähigkeit Strom aus den staatlichen Wasserkraftanlagen zu einem ermäßigten Preise zu liefern, der den Bezug vorteilhaft erscheinen läßt.

VII. Das Absatzgebiet für die elektrische Energie.

Zur Feststellung der im Gebiete der drei Kraftwerke absetzbaren Energiemessungen, sind unverbindliche Anfragen vorläufig an die Landräte der Kreise Cassel-Land, Fritzlar, Homberg, Frankenberg, Mellungen, Wolfhagen, Hofgeismar, Witzenhausen im Regierungsbezirke Cassel, Münden, Uslar, Göttingen-Land im Regierungsbezirke Hildesheim, Brilon im Regierungsbezirke Arnsberg und Büren und Warburg im Regierungsbezirke Minden sowie an das Fürstentum Waldeck-Pyrmont gerichtet worden, aus denen sich ergab, daß fast überall Interesse für den Anschluß an die staatliche Überlandzentrale vorhanden ist. Die gestellten Fragen bezogen sich auf die Größe der mit Äckern bebauten Fläche, auf die Einwohnerzahl und auf die im Kreise vorhandene Industrie. Auf Grund dieser Unterlagen ist im folgenden der voraussichtliche Energiebedarf für die beteiligten Kreise ermittelt und zusammengestellt.

Bezüglich des Bedarfs der Landwirtschaft ist nach den Erfahrungen anderer ländlicher Überlandzentralen angenommen, daß nur $\frac{3}{5}$ der vorhandenen Ackerflächen elektrisch bewirtschaftet und hierbei durchschnittlich 28 KW-Stunden im Jahr für ein Hektar verbraucht werden

werden, wobei der Lichtbedarf in den Gemeinden und der Kraftbedarf der Handwerker auf dem Lande mitenthalten sein soll.

Der Energiebedarf der Industrie in den Landkreisen ist nach den Angaben in den Anmeldeformularen, derjenige der Städte nach der in der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1909 angegebenen Energieabgabe der städtischen Elektrizitätswerke in Cassel und Göttingen ermittelt. Soweit nähere Angaben fehlten, ist mit einer mittleren Benutzungsdauer der landwirtschaftlichen Anschlüsse von 160 Stunden und der Industrie von 1 000 Stunden gerechnet.

Hiernach ergibt sich folgender voraussichtlicher Energiebedarf in den einzelnen Bezirken.

Zusammenstellung III.

1	2	3	4	5	6
Name des Kreises	Acker- fläche in ha	Energiebedarf der Landwirtschaft für Kraft und Licht KW-Stud.	Energiebedarf der Industrie und der Städte für Kraft KW.Std.	für Licht KW.Std.	Gesamtener- giebedarf für Kraft und Licht KW.Std.
1. Cassel- Stadt	-	-	3 920 517	165 380	4 085 897
2. Cassel- Land	17 296	289 800	1 430 692	60 470	1 780 962
3. Münden	10 800	181 200	1 350 300	12 480	1 543 980
4. Wolfhagen	24 600	365 400	-	-	365 400
5. Witzenhau- sen	15 333	256 800	-	-	256 800
6. Melsungen	15 797	264 600	895 300	53 240	1 213 140
7. Brilon	28 292	474 600	1 200 000	-	1 674 600
8. Uslar	34 889	585 600	1 098 500	26 187	1 710 287
9. Fritzlar	17 806	300 000	-	-	300 000
10. Homberg	14 600	245 400	-	-	245 400
11. Göttingen- Stadt	-	-	972 081	129 760	1 101 841
12. Göttingen- Land	28 497	480 000	-	-	480 000
13. Hofgeismar	25 638	432 000	250 200	21 775	703 975
14. Frankenberg	17 788	298 838	448 500	-	747 338
15. Fürstentum Waldeck	44 320	744 000	300 000	-	1 044 000
zusammen	295 656	4 918 238	11 866 090	469 292	17 253 620

Der Gesamtenergiebedarf des vorstehend angenommenen Absatzgebietes beträgt hiernach rd. 17 250 000 KW-Stunden im Jahr an den Verbrauchsstellen gemessen. Bei einem mittleren Jahresverlust in den
Trans-

Transformatoren und in dem Leitungsnetz von etwa 35 % müßten also rd. 23 290 000 KW-Stunden ab Schaltbrett der Kraftwerke abgegeben werden. Da noch früherer Zusammenstellung II im ganzen 29 000 000 KW-Stunden ab Schaltbrett abgegeben werden können, so stehen für den Eigenverbrauch, für Bahnen und den Anschluß weiterer Industrie noch rd. 5,7 Millionen KW-Stunden zur Verfügung. Der für die Stromversorgung in Aussicht genommene Bezirk dürfte also wohl ungefähr richtig getroffen sein.

Zur Lieferung der berechneten Energiemengen genügen die in den 3 Kraftwerken vorgesehenen Maschinen, welche unter durchschnittlichen Verhältnissen zusammen etwa 15 000 (Hemfurt) + 2 600 (Münden) + 2 400 (Helminghausen) = 20 000 PS = rd. 13 000 KW entwickeln können.

Die Benutzungsdauer der Gesamtmaschinenleistung der Zentralen ergibt sich hiernach zu $\frac{23\,290\,000}{13\,000} = \text{rd. } 1\,790$ Stunden; sie ist dadurch ziemlich hoch, daß durch das Zusammenarbeiten der 3 Kraftwerke an Reserve gespart, also die Gesamtmaschinenleistung geringer wird und das Hinzutreten der landwirtschaftlichen Stromabgabe zur städtischen und industriellen besonders in den Wintermonaten eine gleichmäßigere d.h. bessere Ausnutzung der Maschinen und ein günstigeres Verhältnis zwischen der mittleren Tagesbelastung und der Höchstbelastung ergibt.

Die Untersuchungen über das Absatzgebiet haben nur eine vorläufige Bedeutung für die anzustellenden wirtschaftlichen Berechnungen; man wird ohne weiteres auch in den Kreisen Warburg, Marburg, Kirchhain, Ziegenhain u.a. an das bezeichnete Interessengebiet angrenzende Ortschaften noch in das Netz einbeziehen können, wenn, wie dies tatsächlich schon der Fall ist, die Einwohner sich darum bewerben. Sehr erwünscht wäre die Ansiedlung einer Großindustrie in der Nähe des Hemfurter Kraftwerkes, welche die nach den vorgenommenen Untersuchungen

suchungen nicht verwertbaren rd.30 v.H. der vorhandenen Wasserkräfte zu niedrigen Preisen aber ohne Anspruch auf Lieferung bestimmter Energiemengen zu bestimmter Zeit abnähme.

VIII. Die Verteilung der elektrischen Energie.

Zur Versorgung des beschriebenen Absatzgebietes muß nach vorgenommener Berechnung aus wirtschaftlichen Gründen eine Spannung von 40 000 Volt angewendet werden. Der elektrische Strom wird, wie es zur Zeit für Überlandzentralen durchgängig üblich ist, als Drehstrom erzeugt, verteilt und verbraucht. Die Hauptverbindungsleitung zwischen den Kraftwerken Helminghausen, Hemfurt und Münden wird in einer Länge von etwa 103 km als Freileitung unter Verwendung von eisernen Gittermasten gebaut, während für das gesamte übrige Hochspannungsleitungsnetz zur Verminderung der Kosten im allgemeinen hölzerne Masten benutzt werden sollen. Die Leitung besteht auf der Strecke von Helminghausen bis Corbach--vergl. Blatt 7 -- aus 3 halbharten Kupferdrähten von je 25 qmm Querschnitt, auf der Strecke von Corbach über Hemfurt bis Münden aus 3 Kupferseilen von 50 qmm Querschnitt. Bei dem übrigen Hochspannungsnetz kommen Querschnitte von 16 und 25 qmm zur Verwendung. Es wird, soweit angängig, kreisförmig geschlossen. Dadurch wird der Vorteil erreicht, daß bei Betriebsstörungen in irgendeiner Leitung, sei es in der Hauptverbindungsleitung oder im sonstigem Hochspannungsnetz stets die Energielieferung aufrecht erhalten werden kann, weil mindestens von einer Seite her noch Strom zufließt. Zum Schutz der Leitungen gegen atmosphärische Entladungen dienen Stahlseile, welche nichtisoliert auf den Spitzen der Maste befestigt und durch diese mit der Erde verbunden sind. In den einzelnen Landkreisen wird die Spannung an den in die Hochspannungsleitung eingeschalteten Speisepunkten (Trennstellen), die mit Transformatoren ausgerüstet sind, von 40 000 Volt auf 6 000 Volt herab-

gemindert und mittels des eigentlichen Verteilungsnetzes-- vergl. Blatt 7 -- den einzelnen Ortschaften zugeführt, in denen je eine Transformatorstation die weitere Herabsetzung auf die Gebrauchsspannung von 220 oder 110 Volt besorgt. Es werden zweckmäßig je 2 Transformatoren, ein größerer, welcher nur während der Hauptbedarfszeit eingeschaltet ist und ein kleinerer, der im übrigen den Bedarf deckt, für eine Gemeinde oder einen großen Anschluß auf einem Landgute zusammen eingebaut, damit die Leerlaufverluste der Transformatoren, welche bei stark schwankendem Kraftbedarf und der dadurch verursachten ungünstigen mittleren Netzbelastung die Bezugskosten des elektrischen Stromes sehr verteuern, auf das geringste Maß beschränkt werden.

IX. Träger des Unternehmens.

Die beiden Sammelbecken an der Eder und Diemel werden nach dem Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 vom Staate erbaut. Die Ausnutzung der hier zu gewinnenden Kräfte ist in dem Gesetze noch nicht geregelt und Kosten für die Errichtung der hierzu nötigen Anlagen stehen vorläufig ebensowenig zur Verfügung, wie für den Ausbau der Weserstaustufe und der Wasserkräfte bei Münden. Allerdings ist in den Berechnungen des Geheimen Oberbaurats Dr.-Jng. Sympher vom 1. Juli 1905 über die Garantieverpflichtungen der Provinzen und die anfangs vom Staate und von den Provinzen zu leistenden Zuschüsse zu den jährlichen Kosten des Rhein-Weser-Kanales bereits auf eine Verwertung der Wasserkraft insofern Rücksicht genommen, als ein jährlicher Reinertrag aus dem Absatz der elektrischen Energie von anfänglich 80 000 M, später etwa bis 200 000 M steigend angenommen ist. Über die Art der Verwertung der Wasserkräfte war einstweilen keine Bestimmung getroffen. Es konnte die Verpachtung an einzelne Privatunternehmer oder, wie jetzt geplant, eine Ausnutzung zu Licht-

und Kraftzwecken durch die beteiligten öffentlichen Verbände in Frage kommen.

Die Verpachtung der rohen Wasserkräfte an einen Privatunternehmer dürfte nicht zweckmäßig sein; dieser müßte wegen des von Anfang an erforderlichen großen Kapitals und der nur allmählich eintretenden Verzinsung zur Erzielung eines angemessenen Gewinns große Freiheit in der Stellung der Tarife erhalten, was aber im Interesse einer allgemeinwirtschaftlichen Verwertung der Wasserkräfte nicht erwünscht ist. Auch werden namentlich die Interessen der Schifffahrt, für welche in erster Linie die Sammelbecken angelegt werden und die des Pächters der Kraftanlagen zeitweilig einander widersprechen und zu einer dem Schifffahrtinteresse nicht förderlichen Talsperrenwirtschaft führen können.

Es ist deshalb unbedingt vorzuziehen, daß der Staat Träger des Unternehmens wenigstens insoweit bleibt, als es sich um die eigentliche Stromerzeugung handelt. Der Staat hat dann auf seine alleinigen Kosten die Kraftwerke und die zur Verbindung der Kraftwerke erforderlichen Hochspannungsleitungen anzulegen. Der Ausbau auch der Verteilungsnetze durch den Staat und somit die gesamte Verwertung der Wasserkräfte von der Stromerzeugung durch ihn bis zur nutzbaren Verwendung beim einzelnen Abnehmer kann dagegen nicht befürwortet werden, weil ein derartiger in allen Einzelheiten kaufmännisch zu führender Betrieb, die Werbetätigkeit für neue Anschlüsse, die Abrechnung mit den einzelnen Stromabnehmern usw. nicht Aufgabe des Staates ist und durch die Erschwernis der Geldbeschaffung eine möglichst weitgehende wirtschaftliche Ausbeutung der vorhandenen Kräfte leiden würde.

Die weiteren Untersuchungen gehen deshalb von der Voraussetzung aus, daß der Staat die Erzeugung des Stromes einschl. des Baues und

Betriebes der Hauptverbindungsleitung zwischen den Kraftwerken allein übernimmt und ihn sodann am Schaltbrett der Kraftwerke und Trennstellen an eine von den beteiligten Stadt- und Landkreisen zu bildende Gesellschaft abgibt. Diese besorgt ihrerseits die Unterverteilung an die einzelnen Konsumenten. Die Gesellschaft wird bei entsprechender Bemessung der Strompreise die in den Verteilungsnetzen usw. anzulegenden Geldmittel gemäß den Erfahrungen an anderen Stellen nach kurzer Entwicklungszeit voraussichtlich gut verzinsen. Das Risiko ist wesentlich kleiner, als wenn die Gesellschaft auch den Bau und Betrieb der Krafterzeugungsanlagen mit zu übernehmen hätte, denn die Ausdehnung des Leitungsnetzes, wofür allein seitens der Gesellschaft Gelder aufzuwenden sind, braucht nur dem eintretenden Bedürfnisse entsprechend allmählich zu erfolgen.

Eine Nebenfrage würde es sein, ob die Gesellschaft auch die Verteilungsnetze in den einzelnen Gemeinden einschl. der Transformatorstationen selbst auf eigene Kosten herstellen oder den Gemeinden, deren Anschluß beabsichtigt ist, auferlegen soll. Letzteres würde den Vorteil haben, daß das von der Gesellschaft aufzubringende Kapital sich verkleinerte und daß die Gemeinden finanziell an dem Gedeihen des Unternehmens interessiert würden; wenn aber die Gemeinden nicht kapitalkräftig genug sein sollten, so dürften auch die Kosten der Ortsnetze von der Gesellschaft zu übernehmen sein.

X. Abgabe an den Rhein- Weser-Kanal.

Die Talsperren bilden ein Zubehör des Rhein-Weser-Kanals und werden aus den für diesen bewilligten Geldern erbaut. Etwasige Erträge der Talsperren müssen dem Kanal zufallen, zumal an dessen Einnahmen und Ausgaben nicht der Staat Preußen allein beteiligt ist, sondern außerdem nach Inhalt der hierüber geschlossenen Verträge

der Staat Bremen und der aus drei Provinzen und Bremen gebildete Garantieverband.

Eine Einnahme aus den Wasserkraften ist, wie bereits unter IX erwähnt, schon bei den Ertragsberechnungen für den Rhein-Weser-Kanal in Ansatz gebracht und zwar zu anfänglich 80 000 M steigend in 10 Jahren bis 200 000 M jährlich. Dem würde es entsprechen, wenn nach Deckung der durch den Ausbau und Betrieb der Kraftanlagen entstehenden Kosten-- einschließlich Verzinsung und Abschreibung-- auf Grund angemessener Gewinnbeteiligung von jeder seitens der Verwaltung gegen Bezahlung abgegebenen Kilowattstunde ein Entgelt von 1 Pf an den Rhein-Weser-Kanal, d.h. genauer ausgedrückt: an die vom Staat und dem Garantieverbande des Rhein-Weser-Kanals gebildete Interessengemeinschaft, abgeführt würde. Bei dem anfänglich zu erwartenden Absatz von 8 000 000 KW Std. würde nämlich-- hinreichende Einnahmen durch einen angemessenen Krafttarif vorausgesetzt-- gerade der Betrag von 80 000 M herauskommen und sich bei der Abgabe von 20 000 000 KW Std. auf 200 000 M steigern. Als Höchstbetrag wird die Summe von 280 000 M entsprechend einer Kraftabgabe von 28 000 000 KW Std. festzusetzen sein. Dabei wird kein Unterschied darin gemacht, ob die abgegebene Kraft an den Talsperren selbst, in Münden oder durch die Dampfreserven erzeugt wird. Wollte man den Entgelt nur von den an den Talsperren erzeugten Kräften zahlen, so müßte der Einheitssatz entsprechend erhöht werden und es würden sich bei dem Betriebe und der Abrechnung stets Schwierigkeiten ergeben. Da das Endergebnis-- die Abführung einer gewissen Gesamtpachtsumme-- in beiden Fällen das gleiche sein muß, so empfiehlt es sich, den zuerst angegebenen Weg zu beschreiten mit dem Ziele, daß von jeder gegen Bezahlung abgegebenen Kilowattstunde 1 Pf an den Rhein-Weser-Kanal abgeführt werden kann.

XI. Die Baukosten.

Die Baukosten für den vollständigen Ausbau der 3 Wasserkraftwerke Hemfurt, Helminghausen und Münden nebst den erforderlichen Nebenanlagen sind in einem eingehenden Kostenüberschlage ermittelt und im Nachstehenden auszugsweise wiedergegeben. Sie belaufen sich für das Kraftwerk Hemfurt auf 1 300 000 M und für den zugehörigen Ausgleichsweiher auf 650 000 M, zusammen also auf 1 950 000 M einschließlich sämtlicher Nebenanlagen, d.h. auf 130 M für 1 PS installierte Turbinenleistung. Beim ersten Ausbau verringert sich die Bausumme durch Fortfall von 3 Turbinen nebst Generatoren, einem Transformator und der zugehörigen Schaltanlage um 260 000 M auf 1 690 000 M.

Das Kraftwerk Helminghausen kostet 310 000 M, der zugehörige Ausgleichsweiher 90 000 M; die Gesamtkosten betragen daher 400 000 M, d.h. rd. 167 M für PS installierte Turbinenleistung. Die Kosten des ersten Ausbaues stellen sich infolge Fortfalles einer Turbine nebst Generator pp. um 40 000 M geringer und belaufen sich dann auf 360 000 M.

Die Baukosten für das Kraftwerk Münden betragen insgesamt 3 750 000 M. Hiervon sind 294 000 M für einen Sicherheitshafen, 16 000 M für Beseitigung von Einbauten in der Werra und Fulda, 50 000 M für die im Falle der Nichtausführung der Kraftanlage erforderliche Erneuerung des Absturzbettes für das Werranadelwehr und für den Neubau des Abschlußwehres an der Blumemühle, schließlich 165 000 M für die Erneuerung des oberen Wehres in der Fulda, mithin zusammen 525 000 M für Anlagen, die auch ohne den Bau des Kraftwerks auf Staatskosten ausgeführt werden müßten, in Abzug zu bringen; es verbleibt daher noch eine Bausumme von 3 225 000 M zu Lasten der Kraftanlage d.s. rd. 800 M /PS Maschinenleistung übrig. Für den ersten Ausbau verringern sich die Kosten durch den Fortfall von 2 Turbinen

Turbinen und einen Generator um 120 000 M. Die Baukosten sind im Vergleich zu den beiden anderen Kraftanlagen bedeutend, was aber erklärlich ist, da bei den Talsperren nur vorhandene Kräfte ausgenutzt werden, bei Münden aber erst das Gefälle hergestellt werden muß. Durch das Zusammenarbeiten mit den Talsperrenkraftwerken wird aber erreicht, daß das Mündener Kraftwerk im Gegensatz zu sonstigen elektrischen Zentralen fast ständig mit seiner vollen Leistung ausgenutzt werden kann. Da nämlich in den Monaten August bis Januar die gesamte in Münden vorhandene elektrische Energie verbraucht wird und auch in den übrigen Monaten nur nachts ein geringer Teil der Kraft nicht ausgenutzt werden kann, so ergibt sich für das Kraftwerk Münden die verhältnismäßig sehr hohe Benutzungsdauer der Höchstleistung von 5 300 Stunden, während diese bei elektrischen Zentralen im allgemeinen nur 1000 bis 2000 Stunden beträgt. Die Jahresausnutzung ist daher infolge des Zusammenarbeitens mit den beiden Talsperrenkraftwerken etwa die dreifache wie die anderer elektrischer Zentralen; es kann also ein erheblich größeres Anlagekapital/PS als in anderen Kraftwerken bei denselben Stromerzeugungskosten aufgewendet werden.

Bei Hemfurt und Helminghausen wird allerdings dadurch, daß zunächst die Mündener Kraft voll beansprucht wird, die Ausnutzung geringer sein; das ist aber unbedenklich, weil die Baukosten für 1 PS Maschinenleistung mit 130 bzw. 167 M, und damit die festen Jahreskosten außergewöhnliche niedrige sind.

Zu den Kosten des Ausbaus der Mündener Wasserkraft ist in jedem Falle der Kaufpreis der vom Staate erworbenen Graumühle an der Fulda und der Wert der Blumemühle an der Werra hinzuzurechnen, deren Wasserkräfte infolge Ausbaues der neuen Anlagen fortfallen; er beträgt rd. 525 000 M.

Die Anlagekosten der die drei Kraftwerke verbindenden Hochspannungsfernleitung von etwa 103 km Länge einschl. Fernsprechleitung, Trennstellen und einer Transformatorenstation bei Cassel sind veranschlagt zu 900 000 M; hiervon entfallen auf eigentliche Leitungsanlagen 703 700 M.

Die Aufwendungen für den vollen Ausbau der 3 Wasserkräfte einschließlich des elektrischen Fernleitungsnetzes zur Verbindung der Energieerzeugungsstätten ergeben sich dann wie folgt:

I. Kraftwerk Hemfurt.	1 300 000 M
I a. Ausgleichsweiherr für das Kraftwerk	650 000 " ⁺⁾
II. Kraftwerk Helminghausen	310 000 "
II a Ausgleichsweiherr für das Kraftwerk Helminghausen	90 000 "
III. Kraftwerk Münden	3 750 000 "
IV. Fernleitung Helminghausen-Hemfurt-Münden	900 000 "
	<hr/>
zusammen	7 000 000 M.

Dem Ausbau der Kraftanlagen sind hiervon nur 6 475 000 M in Rechnung zu stellen, da 525 000 M nach obigem für Anlagen ausgegeben werden müssen, die nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Kraftausnutzung stehen. Andererseits ist der obengenannte Wert der beiden Mühlen mit 525 000 M auf die Kosten der Kraftanlagen zu buchen, sodaß das aus den Einnahmen für den Verkauf der elektrischen Energie zu verzinsende Anlagekapital sich auf 7 000 000 M stellt.

Es zerfällt in folgende Titel:

I Grunderwerb (einschl. Wert der obengenannten Mühlen)	1 010 300 M
II Erdarbeiten pp.	807 870 "
III Bauwerke einschl. Nebenanlagen	2 238 200 "
IV Maschinenanlagen pp.	1 474 000 "
V Leitungsanlagen	703 700 "

⁺⁾ Es wird versucht werden, diesen Betrag noch zu ermäßigen.

VI Bauleitung	303 930 M
VII Jnsgemein	462 000 "

Für den ersten Ausbau verringert sich Titel IV um 420 000 M auf 1 054 000 M und die Gesamtkosten auf 6 580 000 M, für den zweiten Ausbau um 120 000 M auf 1 354 000 M und die Gesamtkosten auf 6 880 000 M.

Welchen Kostenbetrag die kommunale Stromverwertungsgesellschaft für die ihr zufallenden Fern- und Verteilungsleitungen, für Transformatoren, Ortsnetze und dergl. aufwenden muß, kann zur Zeit nur roh geschätzt werden. Es dürfte sich ein Betrag von vielleicht 16 000 000 M oder durchschnittlich 1 000 000 M für jeden Kreis ergeben, wenn das Unternehmen in dem vollen geplanten Umfange zur Ausführung gelangt.

XII. Betriebskostenberechnung.

Mit Hilfe der vorstehend angegebenen Beträge sind im folgenden die Selbstkosten der Stromerzeugung und die Rentabilität des Unternehmens für folgende 3 Grade der Ausnutzung der Anlagen überschläglich ermittelt:

- I. Für eine jährliche Stromabgabe am Schaltbrett von 8 000 000 KW Stunden,
- II. für eine jährliche Stromabgabe von 20 000 000 KW Stunden,
- III. für die volle Ausnutzung der unter den gemachten beschränkenden Annahmen überhaupt verwertbaren Kräfte in Höhe von 28 000 000 KW Stunden. Im ganzen können allerdings 29 000 000 KW Stunden am Schaltbrett nutzbar gemacht werden. Wegen der Verluste in den staatlichen Hochspannungsleitungen, des Eigenverbrauchs in den Kraftwerken und des an die Pächter der Mühlen in Münden zu liefernden Stromes sollen indessen 1 Million KW Stunden als nicht verkäuflich in Reserve gestellt werden. Zu den Berechnungen seien einige Vorbemerkungen gestattet.

Die

Die Gehälter und Löhne sind für Tag- und Nachtbetrieb in allen 3 Kraftwerken und daher für doppeltes Personal in diesen angenommen, obwohl man vielleicht das kleine Kraftwerk am Diemelsammelbecken Nachts still setzen kann. Die Hälfte des eigentlichen Betriebspersonals soll aus Beamten, die Hälfte aus gegen Monatsvergütung angestellten Leuten bestehen.

Bezüglich des Strombezugs von fremden Werken ist die Annahme gemacht, daß bei 8 000 000 KW Stunden Gesamtabgabe die ausgebauten Wasserkräfte ohne Reserve schon ausreichen, während bei den beiden höheren Ausnutzungsgraden 5% der gesamten Energielieferung anderswoher zu beziehen sind. Die Abschreibungen sind auf Grund der voraussichtlichen Lebensdauer für die einzelnen Teile der Anlagen mit Berücksichtigung von 4% Zinseszinsen berechnet worden.

Für Verzinsung und Tilgung sind den wirklichen Kosten der Geldbeschaffung entsprechend 4 v.H. einzusetzen. Für die ersten Betriebsjahre etwa bis zu einer jährlichen nutzbaren Stromabgabe von 12 Millionen KW Stunden wird man sich indes auch mit einem geringeren Satz für Verzinsung und Tilgung begnügen können; für die Abgabe von 8 000 000 KW Stunden ist daher mit 3% Zinsen gerechnet.

Betriebskostenberechnung.

	+) I M	+) II M	+) III M
I. Direkte Betriebskosten.			
(Kosten für Gehälter und Löhne, Unterhaltung, Schmier- und Putzstoffe, Strombezug von fremden Werken und Verschiedenes)	164000	285000	334000
oder je 1 am Schaltbrett erzeugte und nutzbar abgegebene Kilowattstunde ohne Berücksichtigung des Eigenverbrauches rd.	0,021	0,014	0,012
II. Abschreibungen	75140	87060	91940

I+) für 8 000 000 KW Stunden Jahresstromabgabe

II+) für 20 000 000 KW Stunden "

III+) " 28 000 000 " " "

III.

III. Verzinsung und Tilgung

des Baukapitals

++)	I	II	III
3 bzw. 4% von 6 580 000 bzw. 6 880 000	M	M	M
bzw. 7 000 000 M	197400	275200	280 000
<u>Summe der indirekten Betriebskosten</u>			
(II und III)	272540	362260	371940
oder je KW Stunde	rd. 0,034	0,018	0,013
<u>Gesamtsumme der Betriebskosten</u>	436540	647260	705940
oder je KW Stunde	rd. 0,055	0,032	0,025
oder rd.	<u>5,5</u>	<u>3,2</u>	<u>2,5</u>
Von diesen Betriebskosten sind bei der Kraftanlage in Münden in Abzug zu bringen für den Wegfall der Unterhaltung verschiedener Wehr- und Schleusenanlagen sowie für Einnahmen aus der Verpachtung der beiden Mühlen usw. etwa			
			18 8000 M
sodaß sich die Betriebsausgaben endgültig stellen auf417740	628460	687 140
oder je KW Stunde	rd. <u>5,2</u>	<u>3,15</u>	<u>2,45 Pf;</u>

XIII. Der Tarif.

Wie schon im Abschnitt IX " Träger des Unternehmens " näher erläutert worden ist, soll die Kraftabgabe im ganzen an die Verwertungsgesellschaft am Schaltbrett der 3 Kraftwerke und außerdem an einzelnen Trennstellen in der Hochspannungsverbindungsleitung zwischen den Kraftwerken erfolgen.

Der Stromtarif selbst kann sehr einfach gestaltet werden; er muß zunächst so bemessen sein, daß unbedingt die Betriebsausgaben und die nötigen Abschreibungen gedeckt werden. Darüber hinaus muß auch die Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals erreicht werden, wenn man sich auch in Erwartung späterer Überschüsse und um die Entwicklung

++) Vergl. oben.

des Kraftabsatzes zu fördern, anfangs mit einer mäßigen Verzinsung begnügen wird. Aus den dann noch vorhandenen Überschüssen wird endlich der Entgelt an den Rhein-Weser-Kanal mit 1 Pf/KW-Stunde bezahlt. Aus vorstehender Betriebskostenberechnung geht hervor, daß bei 8 000 000 KW Stunden jährlicher Stromabgabe die Selbstkosten an den Schaltbrettern der 3 Kraftwerke und Trennstellen sich auf rd. 5,2 Pf/KW Stunde belaufen, um bei 20 000 000 KW Stunden auf 3,15 Pf und bei voller Ausnutzung der vorhandenen Kräfte bis auf 2,45 Pf zu fallen. Hiernach ist folgender Stromtarif unter Berücksichtigung des Entgelts an den Rhein-Weser-Kanal angemessen:

8 Pf/KW Stunde für die ersten	4 000 000 KW Stunden
6 " " " " folgenden	4 000 000 "
5 " " " " "	4 000 000 "
4 " " " " darüber hinaus gehenden KW Stunden.	

Der Tarif ist so zu verstehen, daß die ersten 4 000 000 KW Stunden stets voll mit 8 Pf bezahlt werden usw., nicht etwa, daß die Gesamtmenge des entnommenen Stromes für den entsprechenden Mindesttarif abgegeben wird. Die staatlichen und städtischen Reservekraftwerke erhalten bei Strombezug aus den staatlichen Wasserkraftwerken Vorzugspreise, die vorläufig bei dem ersten Einheitssatze des Tarifs um 2 Pf, im übrigen um 1 Pf niedriger sind als die in obenstehendem Tarif eingesetzten Preise angenommen sind.

XIV. Kraftlieferungsvertrag.

Der von der Staatsverwaltung mit der Gesellschaft abzuschließende Vertrag würde etwa auf folgenden Grundlagen aufzubauen sein.

1. Die Verwaltung überläßt der Gesellschaft einen Teil der in den 3 Wasserkraftwerken erzeugten, sowie der bei Wassermangel von anderen Elektrizitätswerken bezogenen Energie in dem unter 4 bezeichneten Umfange. Die Abgabe des elektrischen Stromes erfolgt an den Schaltbrettern der 3 Wasserkraftwerke so wie an den Trennstellen der

- Hochspannungsverbindungsleitung zwischen den Kraftwerken. Die Gesellschaft ist berechtigt, den elektrischen Strom auf beliebige Entfernung weiter zu leiten und für beliebige Zwecke zu verwenden.
2. Die Gesellschaft übernimmt die Verteilung und den weiteren Vertrieb des elektrischen Stromes und stellt sämtliche hierzu erforderlichen Einrichtungen auf ihre Kosten her.
 3. Die Gesellschaft behält bezüglich der technischen Ausführung der von ihr herzustellenden Anlagen freie Hand.
 4. Der elektrische Strom wird der Gesellschaft an den Schaltbrettern der Kraftwerke mit einer Spannung von etwa 6000 Volt oder etwa 40 000 Volt, an den Trennstellen von etwa 40 000 Volt überlassen. Die Einrichtungen zum Anschluß der Kraftverteilungsleitungen werden von der Verwaltung auf Kosten der Gesellschaft hergestellt.
 5. Die Verwaltung verpflichtet sich der Gesellschaft auf Anfordern bis zu 16 Millionen KW Stunden Brutto an den Schaltbrettern der Kraftwerke und Trennstellen zu liefern.

Eine Verpflichtung zur Ergänzung der durch die vorhandenen Wasserkräfte erzeugten Energiemengen aus anderen staatlichen, städtischen oder privaten Elektrizitätswerken besteht für die Verwaltung nur insoweit, als in den 3 Zentralen zusammen in den einzelnen Monaten die mittlere Wasserkraft oder die stündliche Höchstleistung folgende Größen nicht erreicht:

	i. Mittel	stündliche Höchstleistung
Januar	2 800 KW	6 150 KW
Februar	2 800 "	6 150 "
März	2 800 "	6 150 "
April	2 800 "	6 150 "
Mal	2 800 "	6 150 "
Juni	2 000 "	4 400 "

	i. Mittel	stündliche Höchstleistung
Juli	2 000 KW	4 400 KW
August	2 400 "	5 200 "
September	2 600 "	5 700 "
Oktober	2 800 "	6 150 "
November	2 800 "	6 150 "
Dezember	2 800 "	6 150 "

Wegen späterer Erhöhung der staatlichen Verpflichtung bleiben Vereinbarungen vorbehalten. Über die der Gesellschaft zustehenden, aber von ihr nicht abgenommenen Kraftmengen verfügt die Wasserbauverwaltung mit der Beschränkung, daß sie an nichtstaatliche Abnehmer Kraft nur in Mengen von 100 000 KW Stunden oder mehr im Jahr abgeben darf.

6. Die Gesellschaft verpflichtet sich, im ersten Betriebsjahre mindestens 2 Millionen, im zweiten mindestens 4 Millionen, im dritten mindestens 6 Millionen, im vierten und allen folgenden Jahren mindestens je 8 Millionen KW Stunden, abzunehmen, und wenn diese nicht erreicht werden, trotzdem den Betrag für die volle ausbedungene Menge nach dem Tarif zu bezahlen. Sollte die Gesellschaft nach dem 10. Betriebsjahr weniger als 16 000 000 KW Stunden jährlich abnehmen oder bezahlen, so kann die Verwaltung von da ab über die nicht bezahlten Kräfte frei verfügen.

7. Die Gesellschaft bezahlt für jede an den Schaltbrettern der Kraftwerke oder Trennstellen abgegebene KW Stunde ohne Rücksicht auf den Zweck, zu welchem sie verwendet wird:

8 Pf/KW-Stunde	für die ersten 4 000 000 KW Std.	jährliche Lieferung
6 " " " "	folgenden 4 000 000 "	" "
5 " " " "	" 4 000 000 "	" "
4 " " " "	darüber hinausgehende KW-Std.	" "

8. Die Betriebseröffnung erfolgt, sobald mindestens 2 von den 3 Kraftwerken betriebsfähig sind.

9. Die Gesellschaft gestattet der Verwaltung die unentgeltliche Benutzung der den Landkreisen und Städten gehörigen Grundstücke, Straßen und Wege zur Aufstellung der Leitungen zwischen den Kraftwerken, sowie zum Anschlusse staatlicher Betriebe, und verpflichtet sich, ihr das Recht zur unentgeltlichen Wegebenutzung in denjenigen Gemeinden zu verschaffen, in welchen elektrischer Strom abgegeben wird. In gleicher Weise gestattet die Verwaltung der Gesellschaft, für ihre Leitungen und Anschlüsse die unentgeltliche Benutzung der ihr unterstehenden Grundstücke pp.

10. Wenn die Verzinsung des Gesellschaftskapitals 6 v.H. übersteigt, ist die Staatsverwaltung berechtigt, eine angemessene Herabsetzung des von der Gesellschaft festgestellten Tarifs für Licht- und Kraftabgabe zu verlangen.

11. Das Abkommen wird zunächst auf die Dauer von 40 Jahren geschlossen.

12. Die Verwaltung kann gegen angemessene Schadloshaltung der Gesellschaft von dem Vertrage zurücktreten, wenn ihr aus Gründen des öffentlichen Wohles die Einstellung des Betriebes der Kraftwerke Hemfurt oder Münden aufgegeben werden sollte.

XV. Ertragsberechnung für den Staat.

Unter Zugrundelegung des vorgeschlagenen Tarifes und der weiteren Voraussetzung, daß stets 1/3 der im ganzen abgegebenen Energiemengen an die staatlichen oder städtischen Reservedampfkraftwerke zu einem um 2 Pf bei dem ersten Einheitssatz, im übrigen um 1 Pf ermäßigten Satze geliefert werde, ergeben sich nun folgende Einnahmen aus dem Stromverbrauch:

Bei 8 000 000 KW-Std.	Jahresstromabgabe	rd. 520 000 M	= 6,5 Pf/KW-Std.	
				im Mittel
" 20 000 000 "	" "	" "	" 1000 000 "	= 5,0 "
				im Mittel
" 28 000 000 "	" "	" "	" 1293 000 "	= 4,6 "
				im Mittel.

Hiernach

Hiernach werden folgende Überschüsse erzielt:

Bei 8 Millionen KW-Std.	Jahresstromabgabe	rd. 102 000 M
" 20	" " " "	" " 372 000 "
" 28	" " " "	" " 606 000 "

Davon sind abzuziehen als Entgelt an den Rhein-Weser-Kanal		(1 Pf/KW-Std.)
Bei 8 Millionen KW-Stunden	Jahresstromabgabe	80 000 M
" 20	" " " "	200 000 "
" 28	" " " "	280 000 "

Es verbleiben also folgende Überschüsse über die früher angegebene Verzinsung von anfänglich 3, später 4 % hinaus:

Bei 8 Millionen KW-Stunden	Jahresstromabgabe	rd. 22 000 M = 0,3 %
" 20	" " " "	" " 172 000 " = 2,5 "
" 28	" " " "	" " 318 000 " = 4,5 "

Nach Abgabe von 28 000 000 KW-Stunden an die Energieverwertungsgesellschaft und sonstige Abnehmer bleiben nun noch rd. 12 Millionen KW-Stunden in den Wasserkraften in mittleren Jahren verfügbar, die aber im Überlandnetz kaum ausgenutzt werden können, weil sie nur im Sommer und nicht regelmäßig in jedem Jahre vorhanden sind. Gelingt es hingegen ein großindustrielles Werk in der Nähe von Hemfurt auf dem von der Verwaltung bereits erworbenen Gelände anzusiedeln, welches auch diese überschüssigen Kräfte, wenn auch zu niedrigen Preisen, abnimmt, so können noch erhebliche Mehreinnahmen jährlich erzielt werden.

XVI. Ertragsberechnung für die Stromverwertungsgesellschaft.

In der Anlage ist der Versuch gemacht, auch für die Stromverwertungsgesellschaft das wirtschaftliche Ergebnis des Unternehmens unter der Anwendung des oben näher erläuterten Tarifes zu ermitteln. Die Rechnung für das ganze Versorgungsgebiet begegnet Schwierigkeiten

ten und läßt sich wohl kaum im voraus richtig ausführen; sie beschränkt sich daher auf einen Landkreis,-- als Beispiel ist der Kreis Hofgeismar gewählt-- wobei man als ziemlich sicher annehmen kann, daß die Sachlage in den anderen Kreisen nicht wesentlich verschieden sein wird. Bei vollem Ausbau und mittlerem Strompreise verzinst sich das Anlagekapital nach Vornahme der erforderlichen Abschreibungen voraussichtlich mit 5,8 %.

XVII. Vorläufiger Ersatz der Kraftanlage

Münden durch vorhandene Dampfkraftwerke.

Da die Verwertung der großen verfügbaren Wasserkräfte erst allmählich möglich sein wird und die Entwicklung sich nicht genau übersehen läßt, so kann in Frage kommen, unter stärkerer Heranziehung der vorhandenen städtischen oder staatlichen Dampfkraftwerke in Cassel und Göttingen einstweilen von dem besonders teuren Ausbau der Wehr-, Schleusen- und Kraftanlage in Münden abzusehen und sie erst dann auszuführen, wenn der Kraftbedarf erheblich gestiegen ist. Ob dieser Gedanke weiter zu verfolgen ist, kann erst entschieden werden, wenn feststeht, zu welchem Preise die betreffenden Werke Dampfkraft zur Ergänzung der Talsperrenwasserkräfte abgeben können. Zu berücksichtigen ist aber auch bei der Entscheidung, daß durch die Mündener Anlagen neben der Kraftgewinnung noch eine Reihe von anderen Nebenvorteilen erzielt werden sollen, auf die gegebenenfalls dann verzichtet werden müßte. Die Vereinbarung zwischen der Verwaltung und der Kraftverwertungsgesellschaft wird durch diese Frage übrigens nicht berührt. Sie kann also unabhängig davon weiter verfolgt werden.

XVIII. Zusammenfassung.

Das Ergebnis der Untersuchungen und die darauf gegründeten Vorschläge mögen noch einmal kurz zusammengefaßt werden.

Die Wasserkräfte an der Eder- und Diemeltalsperre sind durch den Staat auszubauen, in Elektrizität zu verwandeln und zwecks besserer Verwertung mit einem bei Münden in der Weser zu errichtenden Wasserkraftwerk durch eine Hochspannungsleitung zu verbinden und zu betreiben.

Die vom Staat für diese Einrichtungen aufzuwendenden Kosten würden sich auf 7 000 000 M belaufen. Die angestellten Ermittlungen haben ergeben, daß rd. 70 % d. s. 29 000 000 KW-Stunden der in einem Durchschnittsjahre vorhandenen Energiemengen (rd. 41 Millionen KW-Stunden) nutzbringend zu verwerten sind. Danach ist die Größe der erforderlichen Maschinen einschl. Reserven zu 15 000 PS an der Ederalsperre, 2400 PS an der Diemeltalsperre und rd. 4000 PS, an der Stauanlage bei H. Münden bestimmt. Um die Wasserabgabe dem Verlauf des Energiebedarfes während der 24 Stunden eines Tages anpassen zu können, ohne die Wasserführung der Eder, Diemel, Fulda und Weser für die an diesen belagerten Mühlen und für die Schifffahrt ungleichmäßig zu machen, ist unterhalb der Kraftwerke an den Sammelbecken je ein Ausgleichsweiher anzulegen.

Das Absatzgebiet für die elektrische Kraft besteht aus 12 Landkreisen, dem Fürstentum Waldeck und den beiden Städten Cassel und Göttingen. Die hier vorhandenen staatlichen oder städtischen Dampf- und Elektrizitätswerke liefern in trockenen Jahren den erforderlichen Reservestrom.

Für die Energieverteilung ist bei der Größe des in Frage kommenden Gebietes von 6500 qkm aus wirtschaftlichen Gründen Drehstrom von 40 000 Volt Spannung gewählt, der für die Verteilungsnetze in den Kreisen auf 6000 Volt umgeformt und mit 220 Volt verwendet wird.

Die Abgabe der elektrischen Energie erfolgt im ganzen an eine aus den Kommunalverbänden bestehende Gesellschaft, die den Weiter-

vertrieb des Stromes an die einzelnen Abnehmer besorgt und das hierfür erforderliche Leitungsnetz mit allen Nebeneinrichtungen anlegt. Die für die gesamten Verteilungs- und Absatzanlagen von der Gesellschaft aufzuwendenden Kosten lassen sich zur Zeit nur roh schätzen, dürften aber bei voller Entwicklung etwa 16 000 000 M oder durchschnittlich 1 000 000 M für jeden Kreis betragen.

Die Betriebskostenberechnung für den staatlichen Teil des Unternehmens ergibt Selbstkosten von 5,2 Pf bis auf 2,45 fallend bei 8 - 28 Millionen KW-Stunden jährlicher Stromabgabe einschl. Abschreibungen, Verzinsung und Tilgung. Der Tarif kann danach auf anfänglich 8 Pf später auf 6,5 und 4 Pf/KW-Stunde abnehmend festgesetzt werden, wobei selbst nach Abzug eines an die Verwaltung des Rhein-Weser-Kanals abzuführenden Entgelts von 1 Pf/KW-Std. steigende Überschüsse über die regelrechte Verzinsung hinaus sich ergeben werden. Auch für die kommunale Verwertungsgesellschaft ist nach einer vorgenommenen Proberechnung das finanzielle Ergebnis ein günstiges, wobei als gewöhnliche Verkaufspreise an Einzelabnehmer 45 Pf für Licht und 20 Pf für Kraft zugrunde gelegt sind. Großabnehmern können erheblich niedrigere Sätze bewilligt werden.

Der näheren Erwägung bleibt es vorbehalten, den Ausbau der Münder Kraft so lange hinauszuschieben, bis der Absatz des elektrischen Stromes sich mehr und mehr entwickelt hat, und bis dahin die staatlichen und städtischen Kraftwerke in Cassel und Göttingen in höherem Maße heranzuziehen.

Wirtschaftlichkeitsberechnung für einen Landkreis.

In dem Abschnitt IX der Denkschrift, welcher die Form der für die Abnahme und Verwertung der elektrischen Energie zu bildenden Gesellschaft behandelt, ist bereits angegeben, daß sämtliche Stromabnehmer an ein gemeinsames Hochspannungsnetz angeschlossen werden und dessen Bau- und Unterhaltungskosten zusammen zu tragen haben. Auf Blatt ist dieses Netz dargestellt. Seine Einheitskosten sind überschläglich zu 4800 M/km Leitungsanlage im Mittel für 25 und 16 qmm Kupferquerschnitt einschließlich des Anteils an den Kosten der Trennstellen usw. ermittelt unter der Voraussetzung, daß für die Aufhängung der Leitungen im allgemeinen beste imprägnierte Holzmaste verwendet werden und eiserne Maste nur für Verankerungen pp. in Frage kommen. Die Länge der gesamten Hochspannungsleitungen beträgt 348 km. die Gesamtkosten demnach 1 670 400 M. Da ohne die Städte 12 Landkreise und das Fürstentum Waldeck, dessen Fläche gleich der von 2 Landkreisen zu setzen ist, angeschlossen werden sollen, so entfallen auf jeden Bezirk $\frac{1\ 670\ 400}{14} = \text{rd. } 120\ 000\ \text{M.}$

Im folgenden wird für einen Kreis -- als Beispiel ist der Kreis Hofgeismar gewählt -- eine Berechnung der Ausgaben und Einnahmen aus dem Betriebe des Überlandnetzes beim Bezug von elektrischer Energie von den staatlichen Kraftwerken gemacht werden, wobei zu bemerken ist, daß sich das Exempel für alle angeschlossenen Kreise ungefähr gleich stellen wird -- für die mit viel Industrie etwas günstiger, für die mit wenig Industrie etwas ungünstiger. Es dürfte sich daher erübrigen,

übrigen, die Rentabilitätsuntersuchung für das ganze Verwendungsgebiet aufzustellen, eine Aufgabe, deren Lösung sehr umständlich und zur Zeit, wo sich das Gebiet noch nicht genau übersehen läßt, überhaupt kaum richtig zu lösen ist.

Blatt 8 zeigt das Verteilungsnetz im Kreise Hofgeismar. Die blauen Linien bedeuten die 40 000-Volt-Hauptleitungen, welche einen Teil des Verbindungsnetzes zwischen den einzelnen Kreisen bilden. Die weitere Verteilung des elektrischen Stromes erfolgt mit 6000 Volt durch die rot bezeichneten Verteilungsleitungen zu den durch schwarze Kreise angedeuteten Ortschaften; die blauen Kreise stellen Speisepunkte (Trennstellen) dar, an welchen die Transformatoren zur Herabsetzung der Spannung von 40 000 auf 6000 Volt eingebaut sind. Das blaue Leitungsnetz wird zu dem oben berechneten Preise von 120 000 M hergestellt. Die roten Verteilungsleitungen von beiläufig 3 . 16 qmm Querschnitt haben im Kreise Hofgeismar eine Länge von 165 km, und kosten bei einem Einheitspreise von 3000 M/km rd. 500 000 M. Von der gesamten Netzlänge entfallen auf den Speisepunkt Hofgeismar 46 km, auf Immenhausen 34 km, Münden 20 km, Helmarshausen 50 km, während der Rest von 15 km für den Durchgang der Leitungen zu rechnen ist. Die Kosten für die 4 Transformatorenstationen an den Speisepunkten sind auf zusammen ungefähr 80 000 M einzuschätzen.

In den einzelnen Ortschaften wird die Spannung des elektrischen Stromes durch je eine Transformatorenanlage, welche etwa 6000 M Anlagekosten erfordert, für den Gebrauch von

6000 Volt

6000 Volt auf 220 Volt herabgesetzt. 48 Ortschaften werden im ganzen angeschlossen, so daß für die Umformung in Niederspannung $48 \cdot 6000 = 288\ 000\ M$ aufzuwenden sein würden. Der Preis der Ortsnetze ist ohne genaue Kenntnis der wirtschaftlichen Verhältnisse in den einzelnen Orten schwer genauer zu berechnen. Es ist angenommen, daß in 8 größeren Gemeinden die Netze je 10 000 M, in 14 mittleren je 7000 M und in 26 kleinen je 4000 M, zusammen 282 000 M Kosten erfordern werden. Der Stromverbrauch der Abnehmer soll durch Zähler gemessen werden, von denen schätzungsweise 2000 Stück für Licht und Kraft zu einem mittleren Preise von 50 M zu beschaffen sein werden.

Das Gesamtkapital, welches für den Kreis im Falle, daß sämtliche Ortschaften angeschlossen werden, aufzubringen sein würde, stellt sich danach wie folgt : +)

1. Leitungen.

a) Anteil an der Verbindungsleitung	120 000 M,
b) für 6000 Volt	500 000 "
2. 40 000 / 6000 Volt Transformatoren .	80 000 "
3. 6000 / 220 Volt Transformatoren . .	288 000 "
4. Ortsnetze	282 000 "
5. Zähler	100 000 "

zusammen . 1 370 000 M.

Die Preise sind so angenommen, daß die Kosten der Bauleitung usw. darin enthalten sind. Nach der Zusammenstellung IV auf Seite 35 a ist der Jahresbedarf des Kreises Hofgeismar

an

+) Es wird vorausgesetzt, daß alle Kosten, auch diejenigen, welche lediglich in einem einzelnen Kreise aufzuwenden sind, von der allgemeinen Gesellschaft getragen werden.

an elektrischer Energie auf etwa 720 000 KW-Std. für die Landwirtschaft, 250 200 KW-Std. für die Industrie (nur Kraft) oder im ganzen einschließlich des Lichtverbrauches der Industrie auf rd. 1 000 000 KW-Std. jährlich einzuschätzen, wenn man für die z. Zt. im Kreise vorhandene Industrie die durch Anfragen festgestellten Energiemengen in Rechnung stellt, und für die Landwirtschaft die Annahme macht, daß die gesamte mit Äckern bestellte Fläche des Kreises elektrisch bewirtschaftet wird. Man kann indessen nach den bei ländlichen Überlandzentralen vielfach gemachten Erfahrungen wohl nur auf den Anschluß von etwa $\frac{3}{5}$ dieser Flächen rechnen — vgl. Zusammenstellung V, Seite 35⁶ —; das ermittelte wirtschaftliche Ergebnis wird sich dadurch aber nicht wesentlich verschlechtern, weil gleichzeitig ein entsprechender Teil der zum Anschluß erforderlichen Leitungen pp. in Fortfall kommt.

Bei der Ermittlung des Energieverbrauches in den ländlichen Betrieben ist ferner nur auf den Anschluß von Motoren zum Dreschen, Pumpen und sonstigen kleinen Arbeiten Rücksicht genommen; für elektrische Pflüge oder Transportbahnen, die vielleicht auf größeren Gütern verwendet werden und den Stromverbrauch bedeutend vergrößern und außerdem gleichmäßiger machen würden, ist nichts in Ansatz gebracht. Rechnet man von dem aufzuwendenden Anlagekapital 4 v.H. für Verzinsung, 4 v.H. für Unterhaltung und Anteil an der Verwaltung sowie 2 v.H. durchschnittlich für Erneuerung (Abschreibung) — dieser Prozentsatz dürfte genügen, weil der größte Teil der Baukosten auf das Leitungsnetz entfällt, welches mit Ausnahme der Masten eine fast unbegrenzte Lebensdauer besitzt-

im ganzen also 10 % als Jahreskosten, so betragen die unveränderlichen Kosten 137 000 M.

Die Energieverluste im Netz zerfallen in solche in den Leitungen und solche in den Transformatoren. Die ersteren sind nur durch den Stromverbrauch selbst bedingt und bei den verwendeten hohen Spannungen sehr unbedeutend; die letzteren hingegen hängen hauptsächlich von der mittleren Belastung des Netzes, d. h. dem Verlauf des Strombedarfes ab und sind daher für landwirtschaftlichen Bedarf, der recht stark schwankt Monate hindurch fast Null ist und dann während kurzer Zeit sehr groß sein kann, erheblich, weil die Transformatoren stets Strom verbrauchen, solange sie eingeschaltet sind, auch wenn gar kein Strom nutzbar abgegeben wird. Zur Verringerung der Transformatorenverluste wird daher vorgeschlagen, in jeder Säule einen großen Transformator, der nur während der Dreschperiode bei Tage eingeschaltet ist, und einen kleinen, der sonst zur Deckung des Strombedarfes ausreicht, aufzustellen. Im Jahresmittel sind danach die Verluste zu 35 % angenommen, d. h. etwa 40 % für die landwirtschaftlichen und 20 % für die industriellen Anschlüsse. Hiernach hat die Gesellschaft von der Bauverwaltung für eine nutzbare Abgabe von 1 000 000 KW-Std. 1 350 000 KW-Std. zu beziehen und bei einem durchschnittlichen Einheitspreise von rd. 6 Pf/KW-Std. bei 16 000 000 KW-Std. Energieabgabe für das gesamte Absatzgebiet 81 000 M zu bezahlen. Wenn man noch 4000 M für verschiedene Betriebs- und Verwaltungsausgaben einsetzt, so betragen die Gesamtausgaben für den betrachteten Kreis 222 000 M oder 22,2 Pf für eine nutzbar abgegebene Kilowattstunde. Der

Strompreis

Strompreis wird entsprechend den sonst bei ländlichen Über-landzentralen üblichen Sätzen +) mindestens 20 Pf/KW-Std. zu Kraftzwecken, 45 Pf/KW-Std. zu Lichtzwecken betragen dürfen.

Wenn man annimmt, daß 125 000 KW-Std. an Großabnehmer für 10 Pf abgegeben werden, von dem Rest 5/6 auf Kraft, 1/6 auf Licht entfallen und daß an Miete für 2000 Zähler durchschnittlich je 12 M jährlich entrichtet werden, so ergeben sich nachstehende Einnahmen :

125 000 KW-Std. je 0,10 M =	12 500 M
875 000 " " " 0,24 " ++) =	210 000 "
Zählermiete	<u>24 000 "</u>
zusammen	246 500 M

oder rd. 25 Pf/KW-Std.

Der jährliche Reingewinn nach Abzug der Zinsen und Abschreibungen stellt sich auf 246 500 - 222 000 = 24 500 M oder 2,45 Pf/KW-Std., d. h. rd. 1,8 v.H. des Anlagekapitals. Letzteres verzinst sich danach im ganzen mit 5,8 v.H.

+)
Der Tarif beträgt z. B. bei der Hannoverschen Straßenbahn A. G. 20 Pf/KW-Std. für Kraft und 45 Pf/KW-Std. für Licht. Davon gehen bei großem Verbrauch einige Rabatte ab. Die Gemeinden pp. haben sich aber die Hochspannungszuleitung und die Niederspannungsnetze auf eigene Kosten anzulegen. Die Kreise Verden und Hoya, welche sich an das staatliche Wasserkraftwerk Dörverden angeschlossen haben, wollen 25 Pf/KW-Std. für Kraft und 50 Pf/KW-Std. für Licht berechnen.

++)
5/6 der Abgabe erfolgt zu einem Preise von 20 Pf, 1/6 von 45 Pf/KW-Std., sodaß die mittlere Einnahme $\frac{5}{6} \cdot 20 + \frac{1}{6} \cdot 45 =$ rd. 24 Pf betragen wird.

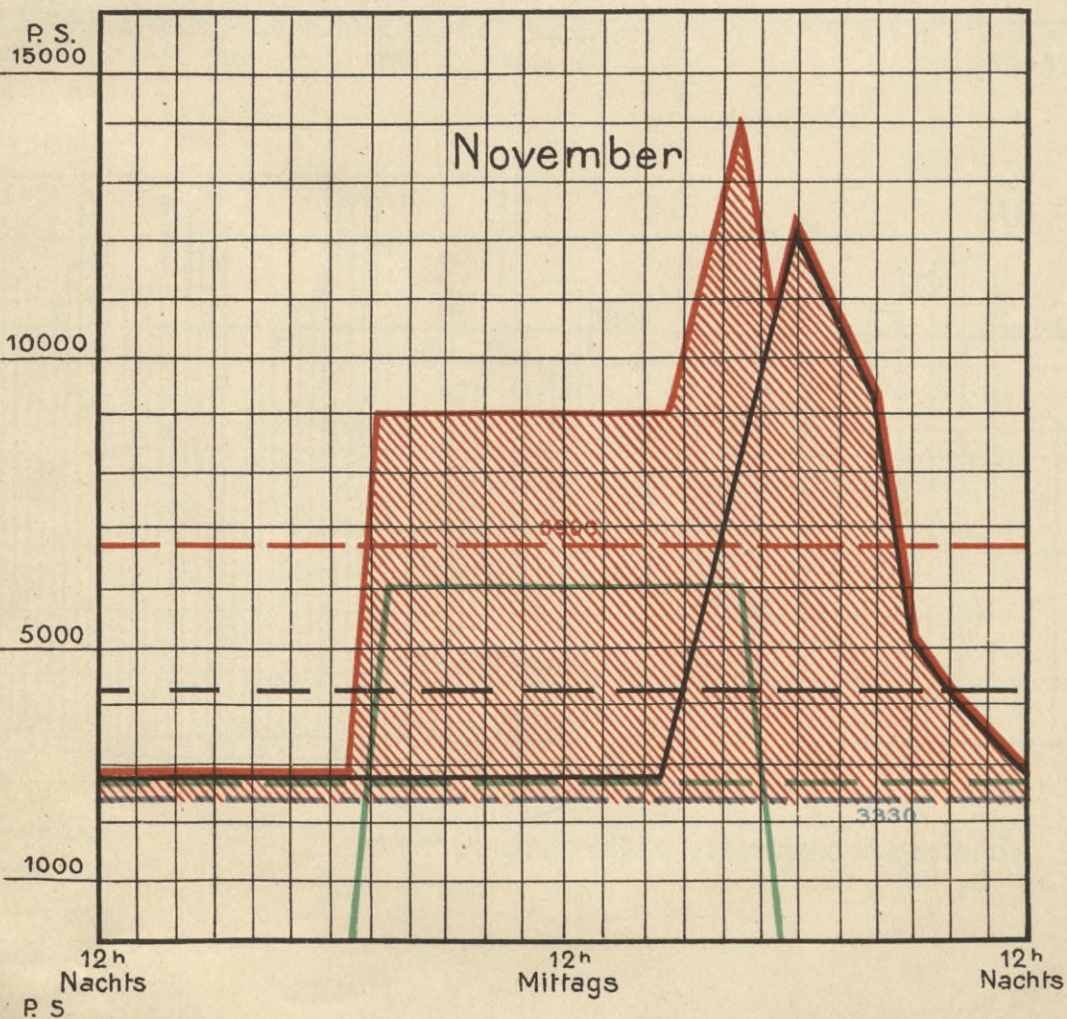
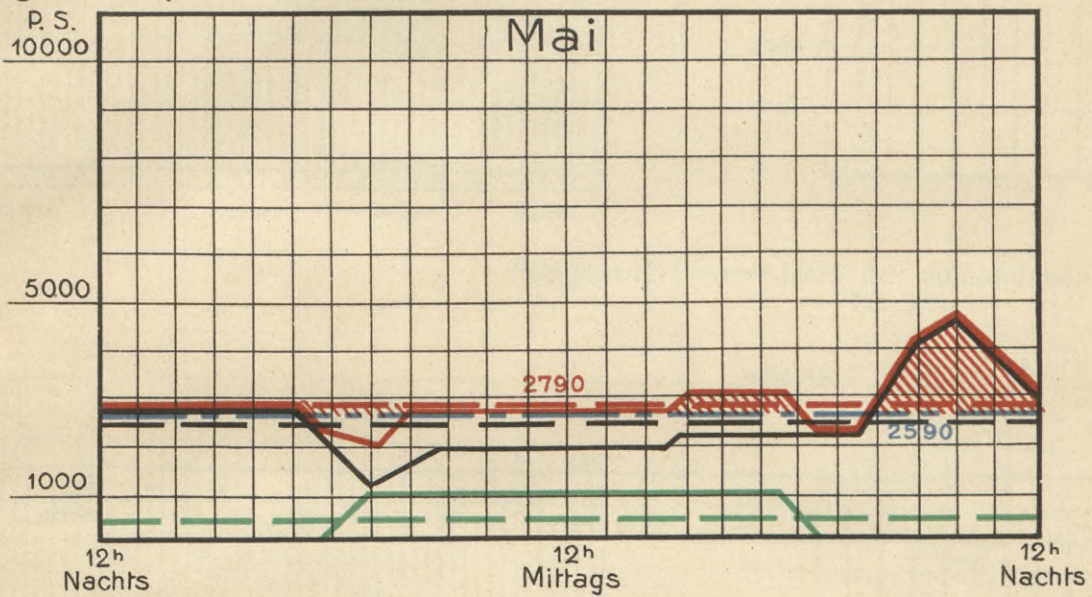


Tagesdiagramme des Strombedarfes

für das in Aussicht genommene Versorgungsgebiet
in einem Sommermonat (Mai) und einem Wintermonat (November)

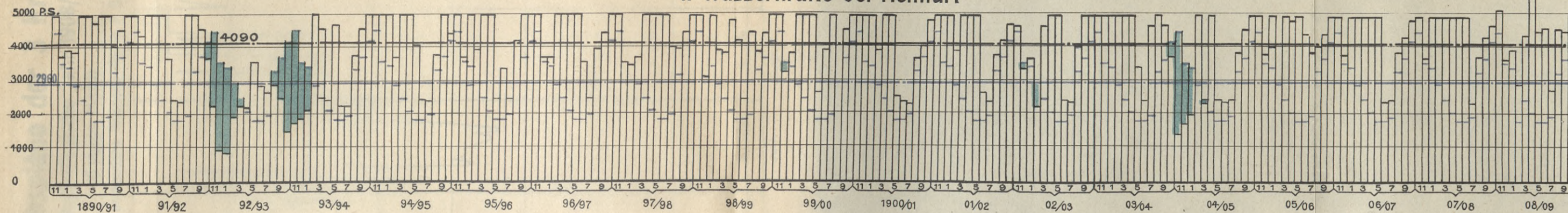
- Industrieller und städtischer Bedarf x
- - - desgl. Mittel während 24 Stunden
- Landwirtschaftlicher Bedarf
- - - desgl. Mittel während 24 Stunden
- Gesamtbedarf
- - - desgl. Mittel während 24 Stunden
- · - · Leistung der Wasserkraft Münden im Durchschnittsjahre
- ▨ Leistung der Talsperrenkraftwerke

x Der Verlauf entspricht der Stromabgabe
im städt. Elektrizitätswerk Hannover
im Jahre 1909/10

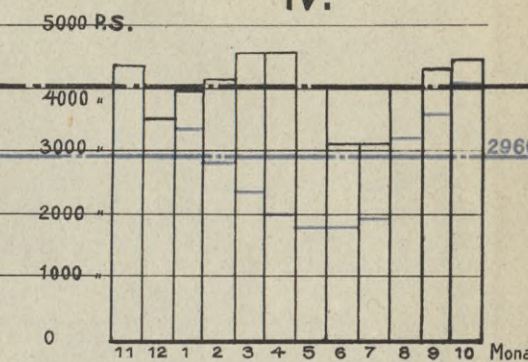


Betriebsplan für die Kraftwerke Hemfurt und Münden für die 19 hydrologischen Jahre 1891/1909 (Monatliche Mittel)

I. Wasserkräfte bei Hemfurt

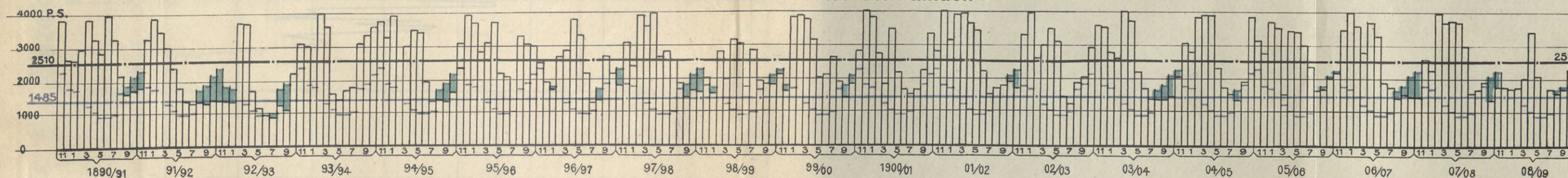


19 jähr. Mittel
IV.

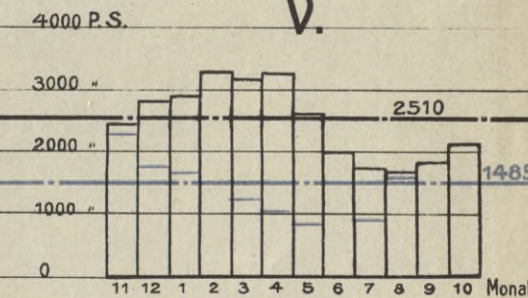


Ausgenutzt (---) von der vorhandenen Wasserkraft (—) 72,5%

II. Wasserkräfte bei Münden

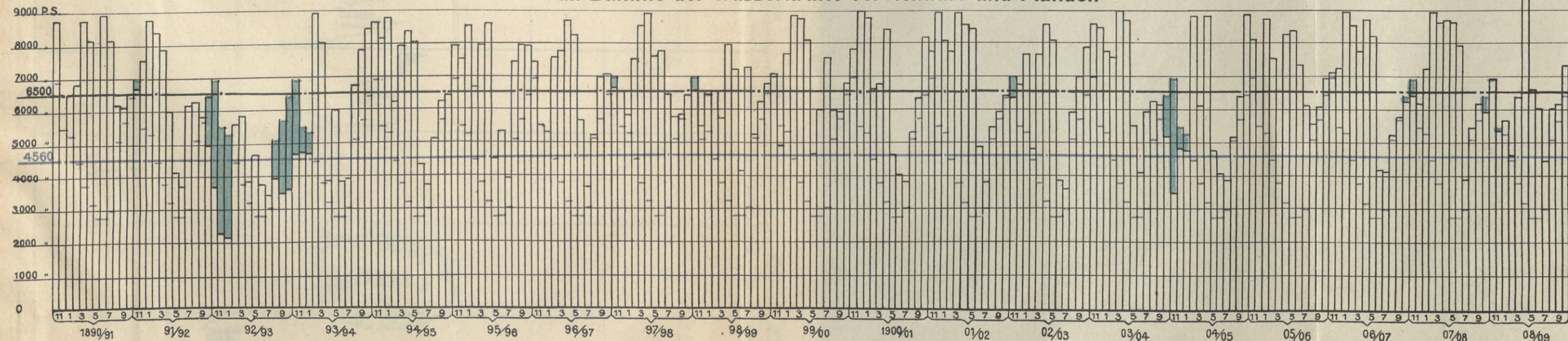


V.

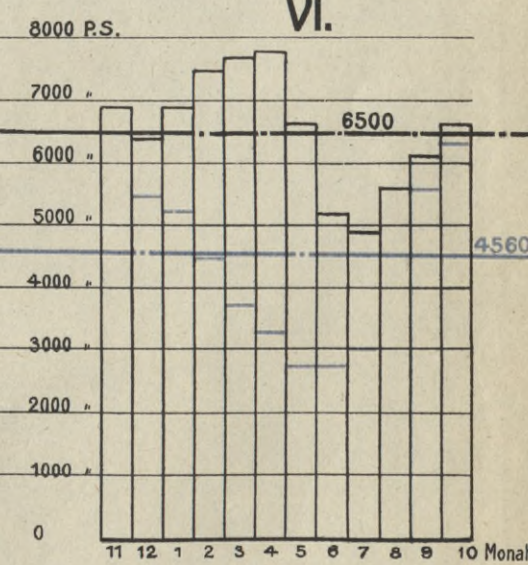


59,5%

III. Summe der Wasserkräfte bei Hemfurt und Münden



VI.



70%

- Durchschnittliche ausnutzbare Wasserkraft
- Vorhandene mittlere Jahres-Wasserkraft
- Ausnutzbare mittlere Jahres-Wasserkraft
- Fehlende Wasserkraft

Maßstäbe: 2 mm=1 Monat 1 mm=125 P.S. 5 mm=1 Monat

Die Verteilung des Energiebedarfes auf die einzelnen Monate ist unter der Annahme berechnet, daß $\frac{1}{4}$ der Gesamtstromerzeugung an ländliche, $\frac{3}{4}$ an städtische und industrielle Abnehmer geliefert wird (vergl. Zusammenstellung II in der Denkschrift)

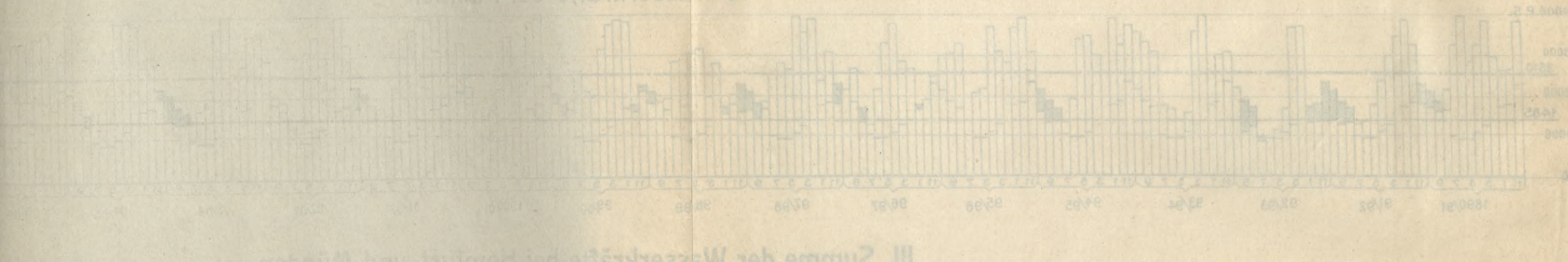
— Durchschnittliche vorhandene Wasserkraft

Betriebsplan
für die Kraftwerke Hentfurt und Münden
für die 19 hydrologischen Jahre 1891/1909
(Maststab 1:1000)

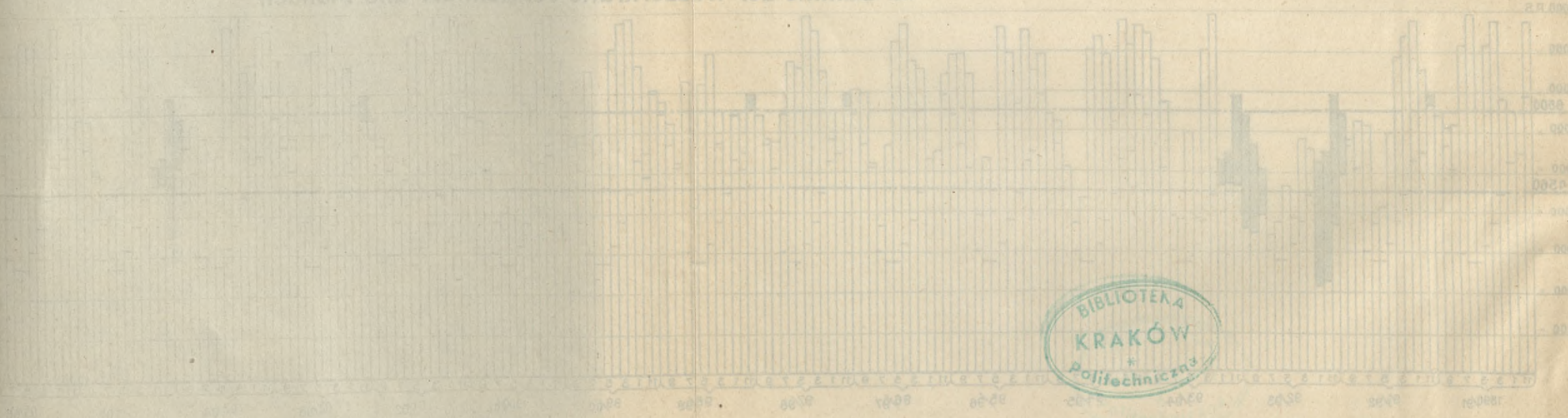
I. Wasserkraft bei Hentfurt



II. Wasserkraft bei Münden



III. Summe der Wasserkraft bei Hentfurt und Münden



——— Durchschnittliche ausnutzbare Wasserkraft
 - - - - - Vorhandene mittlere Jahres-Wasserkraft
 - - - - - Ausnutzbare mittlere Jahres-Wasserkraft
 ■■■■■ Fehlende Wasserkraft

Maßstabe: 1 mm = 1 Litersekunde = 1000 m³ / Sekunde
 Die Verteilung des Energiepotentials ist diejenige, die sich aus dem Maststab ergibt.
 Das in der Gesamtschätzung angegebene Energiepotenzial ist dasjenige, welches sich
 ergibt, wenn die Wasserkraft der Gegend...

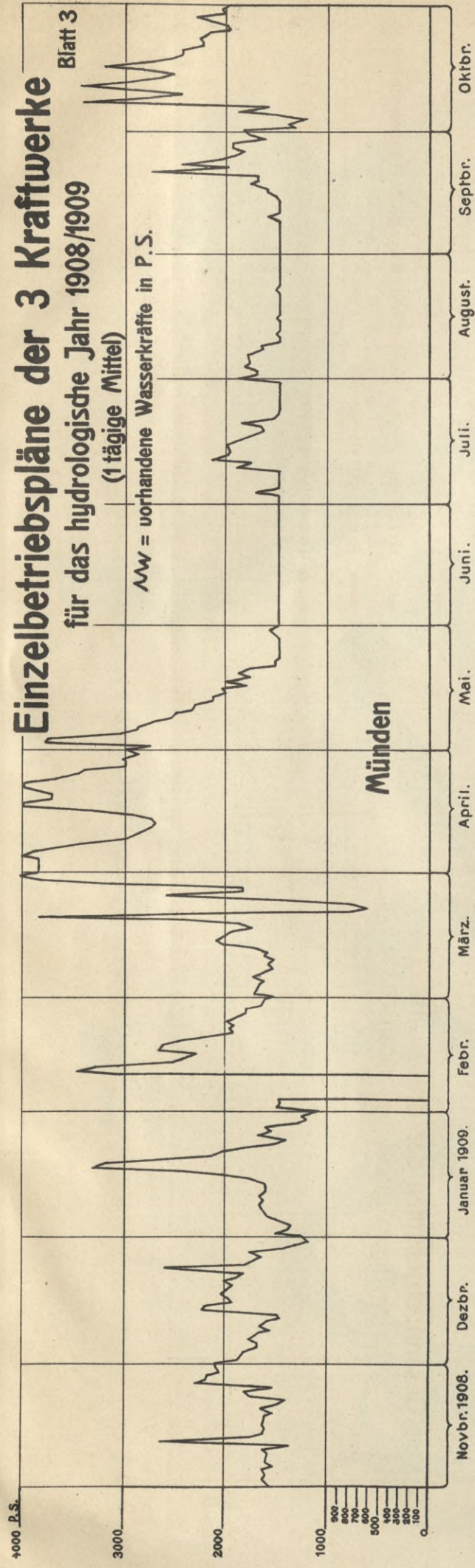
Durchschnittliche vorhandene Wasserkraft

Einzelbetriebspläne der 3 Kraftwerke für das hydrologische Jahr 1908/1909

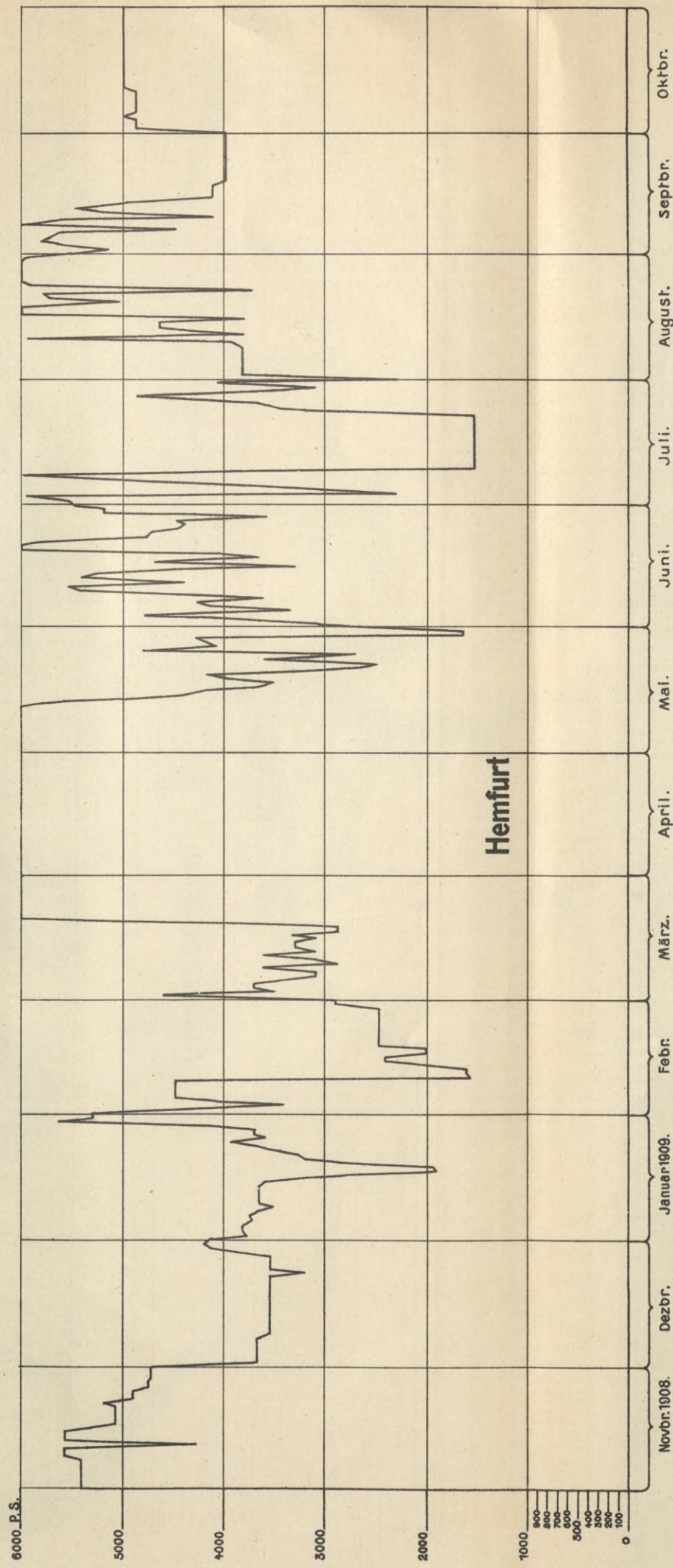
Blatt 3

(1 tägige Mittel)

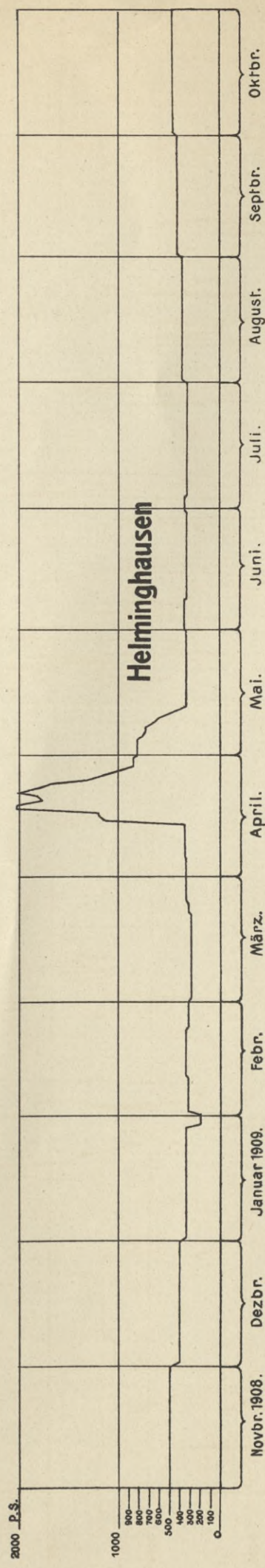
AW = vorhandene Wasserkräfte in P.S.



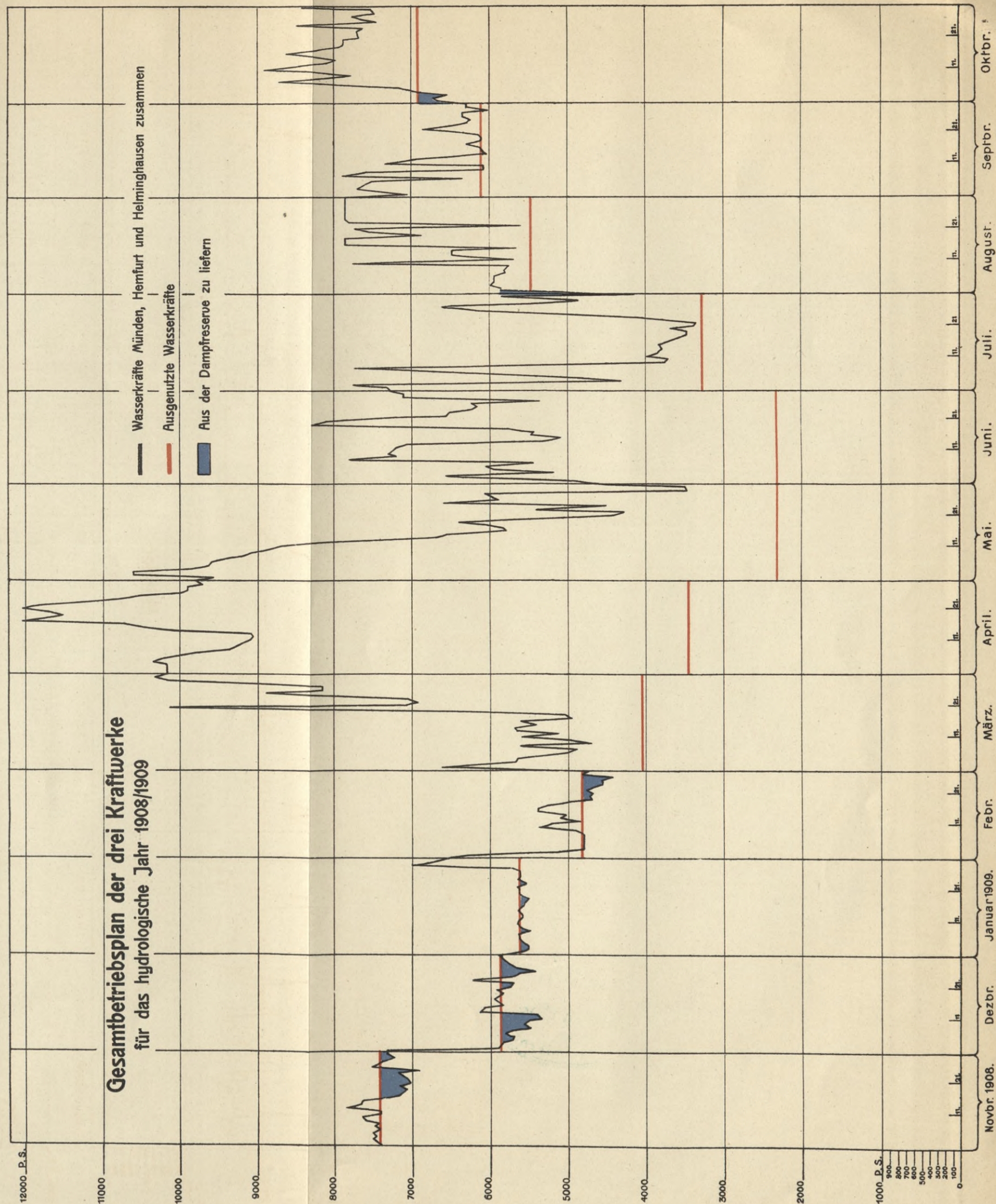
Münden



Hemfurt



Helminghausen



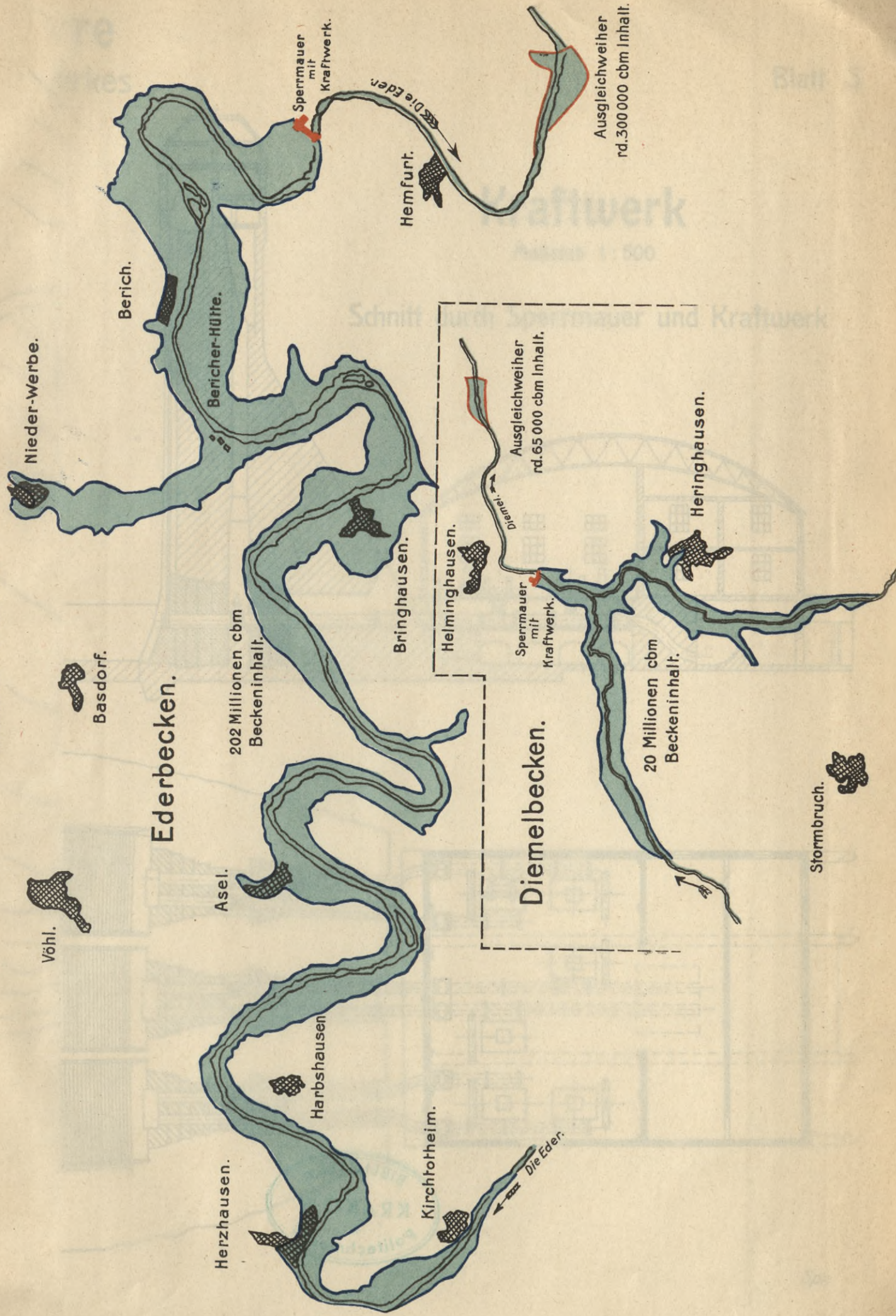
Gesamtbetriebsplan der drei Kraftwerke für das hydrologische Jahr 1908/1909

- Wasserkräfte Münden, Hemfurt und Helminghausen zusammen
- Ausgenutzte Wasserkräfte
- Aus der Dampfreserve zu liefern

Lageplan des Eder- und Diemelsammelbeckens

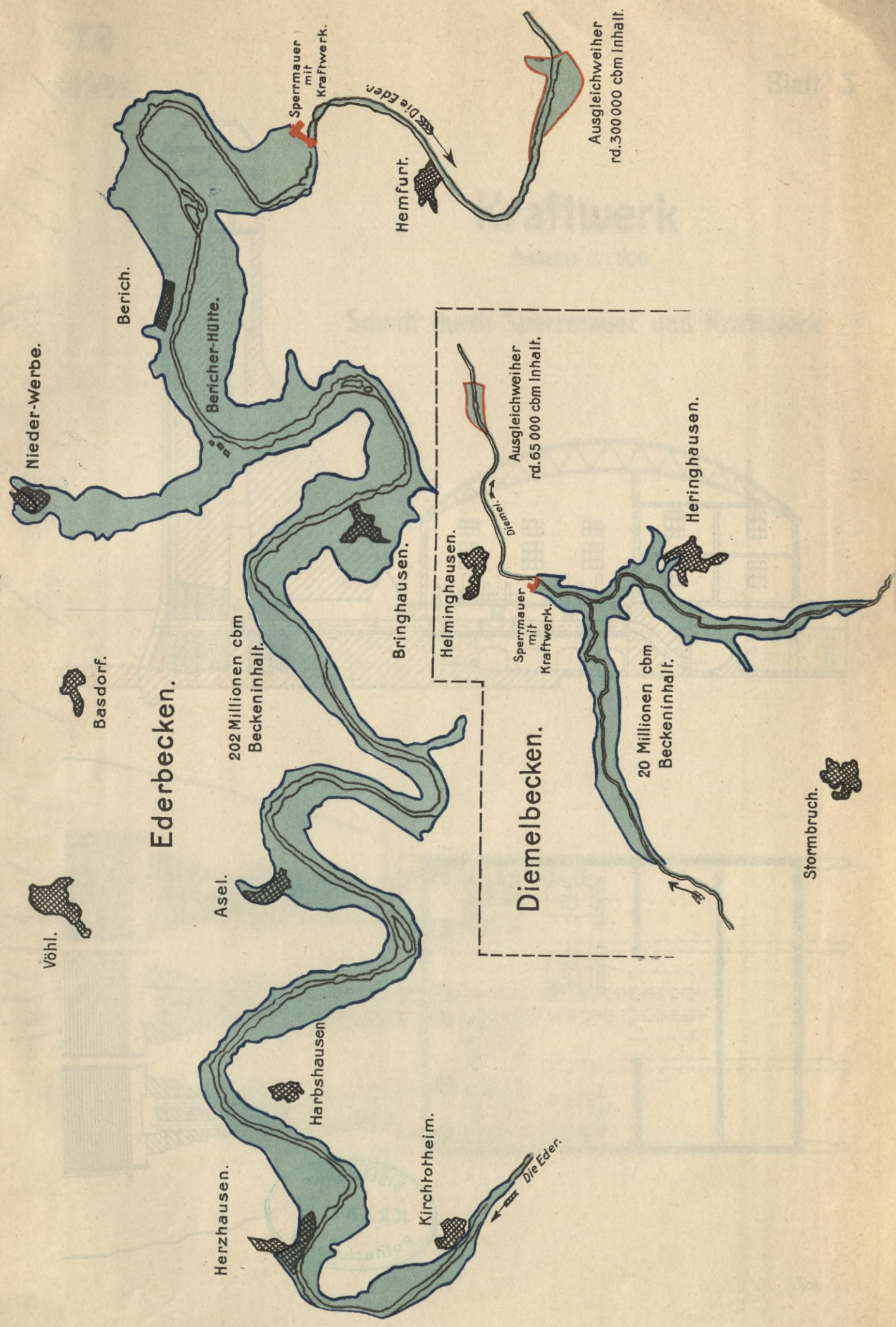
Blatt 4

Maßstab: 1:50000



Lageplan des Eder- und Diemelsammelbeckens

Maßstab: 1:50000



Kraftwerk an der Edertalsperre

Lageplan der Sperrmauer und des Kraftwerkes

Maßstab: 1:2000

Blatt 5



Kraftwerk

Maßstab 1:500

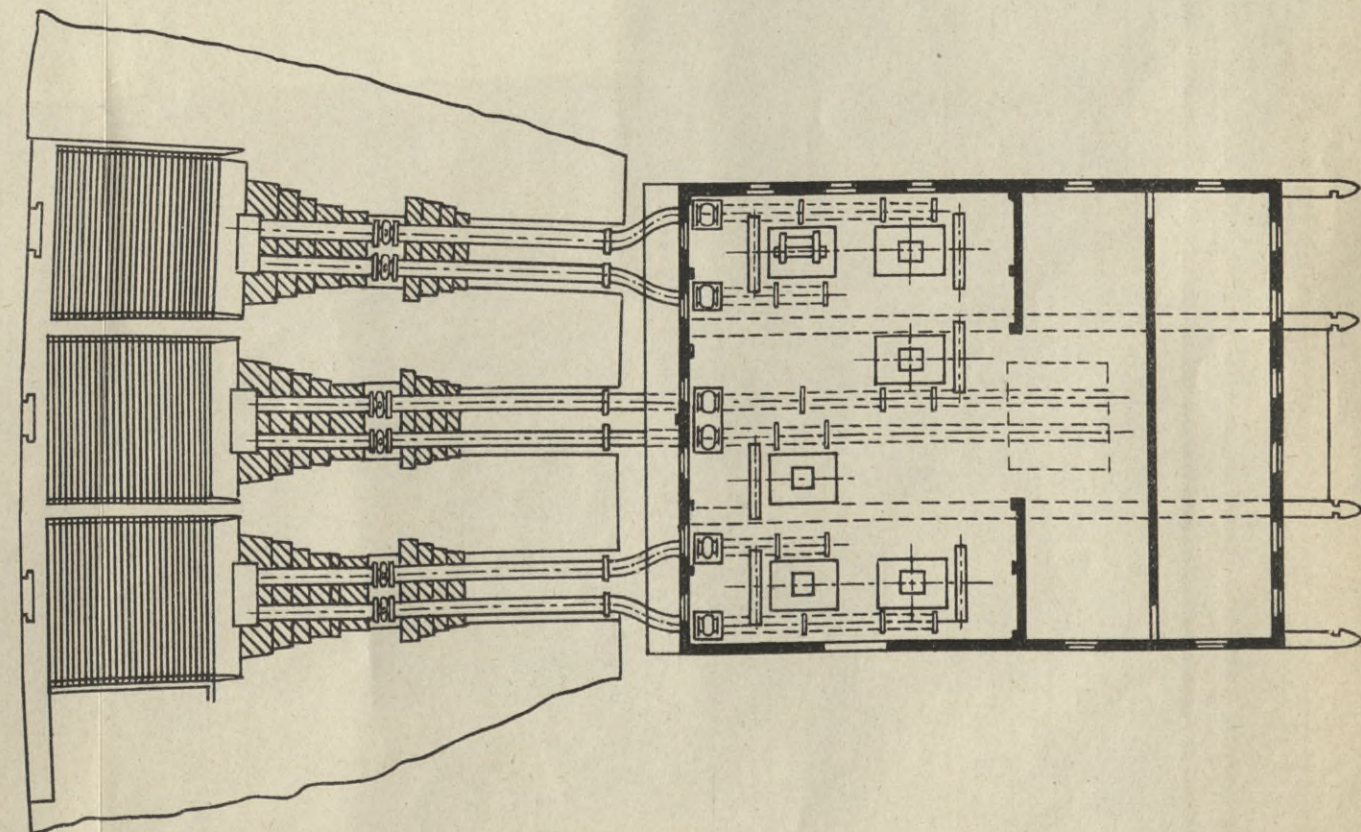
Schnitt durch Sperrmauer und Kraftwerk



Ansicht der Sperrmauer
der



Waldecker Talsperre



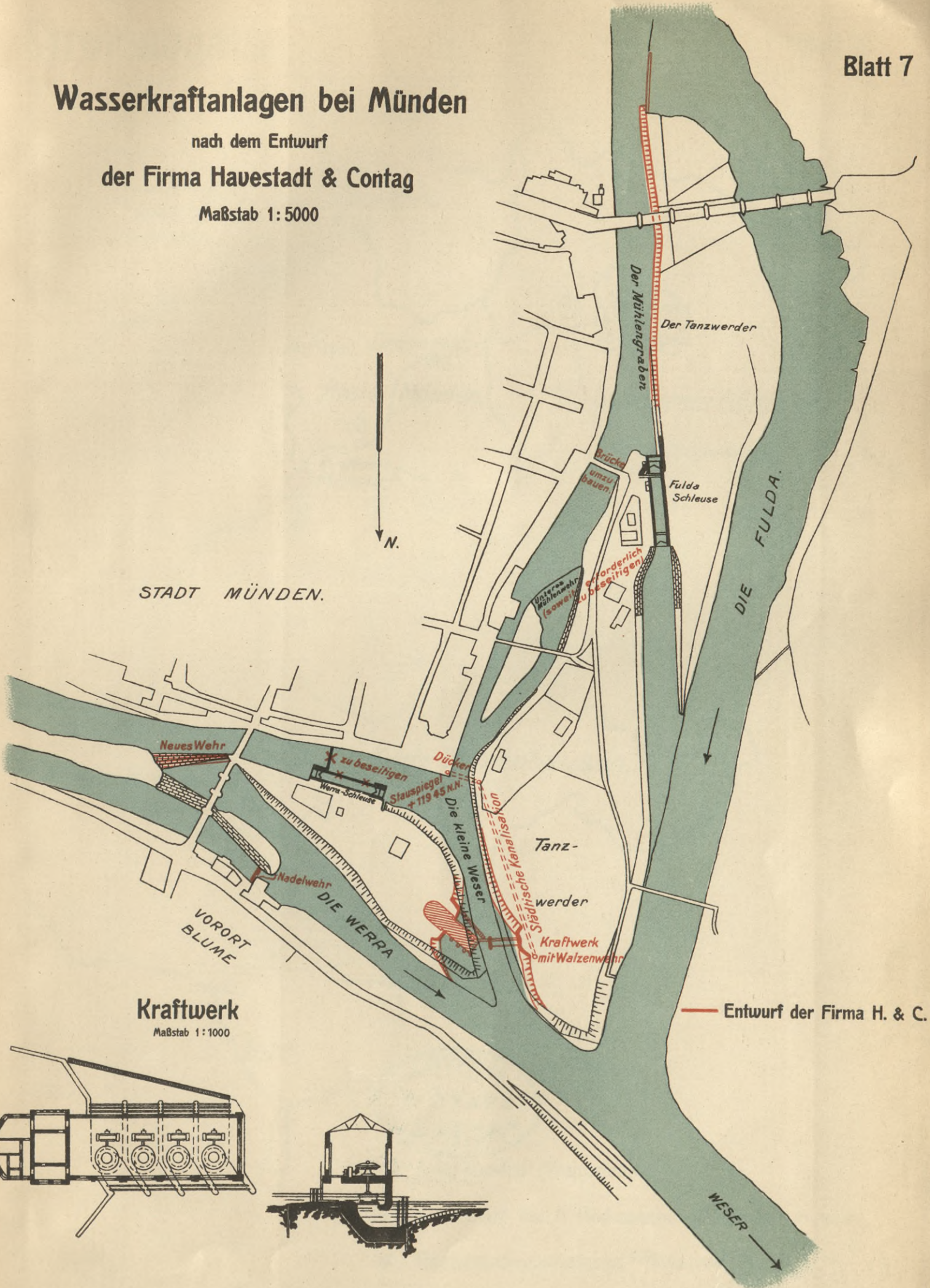
Spr.

Wasserkraftanlagen bei Münden

nach dem Entwurf

der Firma Havestadt & Contag

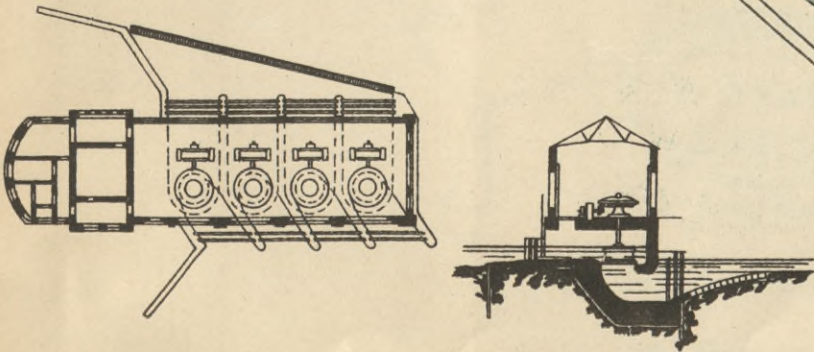
Maßstab 1: 5000



STADT MÜNDEN.

Kraftwerk

Maßstab 1: 1000



— Entwurf der Firma H. & C.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

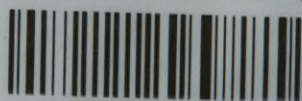
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

33645

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305786